



**POLITECNICO  
DI TORINO**

**II FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

**SEDE VERCELLI**

**GUIDA DELLO STUDENTE  
MANIFESTO DEGLI STUDI  
ANNO ACCADEMICO 1999/2000**

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

A CURA DEL SERVIZIO STUDENTI



POLITECNICO  
DI TORINO

II FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
SEDE VERCELLI

GUIDA DELLO STUDENTE  
MANIFESTO DEGLI STUDI  
ANNO ACCADEMICO 1998/1999

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

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



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

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

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

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

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

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

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

## ■ L'UNIVERSITÀ ITALIANA STA CAMBIANDO

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

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

Le innovazioni più profonde riguardano:

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

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

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

Nell'anno accademico 1999/2000 cominceranno a prender corpo le prime riforme, all'interno del Politecnico. 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.

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

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

### I TITOLI DI DUE LIVELLI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### ■ DAI CORSI (O ANNUALITÀ) AI CREDITI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### ■ IL PIANO DI STUDIO ANNUALE, A CARICO COSTANTE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## ■ FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

### **Corsi attivati a Torino**

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

### **Corso attivato a Mondovì**

- Laurea in Architettura

### **Corso attivato a distanza**

- Diploma Universitario in Sistemi Informativi Territoriali

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

- Disegno Industriale

## ■ I FACOLTÀ DI INGEGNERIA

### **Corsi attivati a Torino**

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

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

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

**Corsi attivati nelle sedi decentrate**

**Alessandria**

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

**Aosta**

- Diploma Universitario in Ingegneria delle Telecomunicazioni (\*)

**Biella**

- Diploma Universitario in Ingegneria Chimica

**Ivrea**

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

**Mondovì**

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

**Corsi attivati a distanza**

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

**■ II FACOLTÀ DI INGEGNERIA SEDE DI VERCELLI**

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

- Ingegneria Civile
- Ingegneria Elettronica
- Ingegneria Meccanica

**Corso di Diploma Universitario**

- Diploma Universitario in Ingegneria Energetica

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

**DURATA LEGALE DEGLI STUDI**

I corsi di laurea hanno durata legale di 5 anni accademici ad eccezione del corso di laurea in Storia e Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali che ha una durata legale di 4 anni;

I corsi di diploma universitario hanno durata legale di 3 anni accademici.

I corsi attivati in serie prevedono un primo ciclo di 3 anni ed un secondo di 2 anni.

## ■ POST LAUREAM

### **Scuole di specializzazione con sede a Torino**

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

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

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

## ■ ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE

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

(Sono in corsivo le date riferite agli iscritti al nuovo ordinamento; per gli studenti iscritti al 2° e 3° anno del D.U. in Ingegneria Energetica è opportuno consultare anche lo specifico paragrafo).

- Apertura del periodo unico per la presentazione dei piani di studio individuali e ufficiali 1 luglio 1999
- Apertura del periodo per le iscrizioni alla prova di ammissione al 1° anno 26 luglio 1999
- Termine per la presentazione dei piani di studio individuali e ufficiali 30 luglio 1999
- Apertura del periodo per le domande di trasferimento per altra sede e di cambio di Facoltà o di Corso di laurea o di indirizzo 23 agosto 1999
- Apertura del periodo per le iscrizioni ad anni successivi al primo 23 agosto 1999
- Termine per la presentazione dei moduli gialli con l'argomento della tesi per gli esami di laurea della 1ª sessione dell'a.a. 1999/2000 27 agosto 1999
- 3ª sessione ordinaria esami di profitto a.a. 1998/99 30 ago.-25 sett. 1999
- Termine per la richiesta della prova di sintesi per la 3ª sessione 1° turno a.a. 1998/99 1 settembre 1999
- Termine per le iscrizioni alla prova di ammissione al 1° anno 3 settembre 1999
- Prova di ammissione al 1° anno 6 settembre 1999
- Periodo per la presentazione delle domande di immatricolazione da parte di coloro che hanno superato la prova di ammissione 8-24 settembre 1999
- Termine per il superamento esami per laurearsi nella 3ª sessione 1° turno a.a. 1998/99 18 settembre 1999
- Termine per la presentazione delle domande di laurea corredate dei prescritti documenti per laurearsi nella 3ª sessione 1° turno a.a. 1998/99 22 settembre 1999
- Chiusura del periodo per il cambiamento del Corso di laurea o di indirizzo 24 settembre 1999
- Chiusura del periodo per il passaggio interno di Facoltà 25 settembre 1999
- *Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico (studenti del 1° anno)* 27 settembre 1999
- *Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico (studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno)* 27 settembre 1999
- Termine per la presentazione degli elaborati per laurearsi nella 3ª sessione 1° turno a.a. 1998/99 5 ottobre 1999
- 3ª sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1998/99 11 - 15 ottobre 1999
- Chiusura del periodo per la presentazione delle domande di iscrizione per gli anni successivi al primo 29 ottobre 1999

## Calendario accademico 1999/2000

- Termine per la richiesta della prova di sintesi per la 3<sup>a</sup> sessione 2° turno a.a. 1998/99 2 novembre 1999
- Prolungamento della 3<sup>a</sup> sessione esami di profitto destinato agli studenti non ancora iscritti o iscritti fuori corso per l'a.a. 1999/2000 al 2°, 3°, 4° e 5° anno 8-20 novembre 1999
- Termine per la presentazione dei moduli gialli con l'argomento della tesi per gli esami di laurea della 2<sup>a</sup> sessione 1° turno dell'a.a. 1999/2000 15 novembre 1999
- Termine per il superamento esami per laurearsi nella 3<sup>a</sup> sessione 2° turno a.a. 1998/99 20 novembre 1999
- Termine per la presentazione delle domande di laurea corredate dei prescritti documenti per laurearsi nella 3<sup>a</sup> sessione 2° turno a.a. 1998/99 23 novembre 1999
- Termine per le iscrizioni in qualità di fuori corso 30 novembre 1999
- *Fine delle lezioni del 1° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* 3 dicembre 1999
- *Verifiche sui moduli del 1° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* 6-18 dicembre 1999
- Termine per la presentazione degli elaborati per laurearsi nella 3<sup>a</sup> sessione 2° turno a.a. 1998/99 7 dicembre 1999
- 3<sup>a</sup> sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1998/99 13-17 dicembre 1999
- Vacanze natalizie 20 dic. 99-8 gen. 2000
- Termine per la richiesta della prova di sintesi per la 1<sup>a</sup> sessione turno unico a.a. 1999/2000 10 gennaio 2000
- *Inizio delle lezioni del 2° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* 10 gennaio 2000
- Termine per la presentazione dei moduli gialli con l'argomento della tesi per gli esami di laurea della 2<sup>a</sup> sessione 2° turno dell'a.a. 1999/2000 14 gennaio 2000
- *Fine delle lezioni del 1° periodo didattico per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno* 14 gennaio 2000
- 1<sup>a</sup> sessione esami di profitto a.a. 1999/2000 per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno 17 gen.-26 feb. 2000
- Termine per il superamento esami per laurearsi nella 1<sup>a</sup> sessione turno unico a.a. 1999/2000 29 gennaio 2000
- Termine per la presentazione delle domande di laurea corredate dei prescritti documenti per laurearsi nella 1<sup>a</sup> sessione turno unico a.a. 1999/2000 1 febbraio 2000
- Termine per la presentazione degli elaborati per laurearsi nella 1<sup>a</sup> sessione turno unico a.a. 1999/2000 15 febbraio 2000
- 1<sup>a</sup> sessione esami di laurea turno unico a.a. 1999/2000 21-25 febbraio 2000
- *Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno* 28 febbraio 2000

- *Fine delle lezioni del 2° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* **17 marzo 2000**
- *Verifiche sui moduli del 2° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* **20 mar.-1 apr. 2000**
- Termine per il pagamento e la consegna della ricevuta della 2<sup>a</sup> rata delle tasse e contributi **31 marzo 2000**
- Termine per la richiesta della prova di sintesi per la 2<sup>a</sup> sessione 1° turno a.a. 1999/2000 **3 aprile 2000**
- *Inizio delle lezioni del 3° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* **3 aprile 2000**
- Anticipo della 2<sup>a</sup> sessione esami di profitto a.a. 1999/2000 riservato agli studenti iscritti fuori corso al 2°, 3°, 4° e 5° anno **10-29 aprile 2000**
- Termine per la presentazione dei moduli gialli con l'argomento della tesi per gli esami di laurea della 3<sup>a</sup> sessione 1° turno dell'a.a. 1999/2000 **14 aprile 2000**
- Vacanze pasquali **20-26 aprile 2000**
- Termine per il superamento esami per laurearsi nella 2<sup>a</sup> sessione 1° turno a.a. 1999/2000 **29 aprile 2000**
- Termine per la presentazione delle domande di laurea corredate dei prescritti documenti per laurearsi nella 2<sup>a</sup> sessione 1° turno a.a. 1999/2000 **2 maggio 2000**
- Termine per la presentazione degli elaborati per laurearsi nella 2<sup>a</sup> sessione 1° turno a.a. 1999/2000 **11 maggio 2000**
- 2<sup>a</sup> sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1999/2000 **15-19 maggio 2000**
- Termine per la richiesta della prova di sintesi per la 2<sup>a</sup> sessione 2° turno a.a. 1999/2000 **5 giugno 2000**
- *Fine delle lezioni del 2° periodo didattico per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno* **9 giugno 2000**
- 2<sup>a</sup> sessione esami di profitto a.a. 1999/2000 per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno **12 giu.-22 lug. 2000**
- Termine per la presentazione dei moduli gialli con l'argomento della tesi per gli esami di laurea della 3<sup>a</sup> sessione 2° turno dell'a.a. 1999/2000 **16 giugno 2000**
- *Fine delle lezioni del 3° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* **16 giugno 2000**
- *Verifiche sui moduli del 3° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* **19 giu.-1 lug. 2000**
- *Esami di profitto a.a. 1999/2000 per gli studenti del 1° anno* **3-29 luglio 2000**
- Termine per il superamento esami per laurearsi nella 2<sup>a</sup> sessione 2° turno a.a. 1999/2000 **1 luglio 2000**
- Termine per la presentazione delle domande di laurea corredate dei prescritti documenti per laurearsi nella 2<sup>a</sup> sessione 2° turno a.a. 1999/2000 **4 luglio 2000**

## Calendario accademico 1999/2000

- Termine per la presentazione degli elaborati per laurearsi nella 2<sup>a</sup> sessione 2° turno a.a. 1999/2000 **13 luglio 2000**
- 2<sup>a</sup> sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1999/2000 **17-21 luglio 2000**
- Termine per la presentazione dei moduli gialli con l'argomento della tesi per gli esami di laurea della 1<sup>a</sup> sessione turno unico dell'a.a. 2000/2001 **28 agosto 2000**
- 3<sup>a</sup> sessione esami di profitto a.a. 1999/2000 per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno **28 ago.-23 sett. 2000**
- *Esami di profitto a.a. 1999/2000 per gli studenti del 1° anno* **28 ago.-23 sett. 2000**
- Termine per la richiesta della prova di sintesi per la 3<sup>a</sup> sessione 1° turno a.a. 1999/2000 **1 settembre 2000**
- 3<sup>a</sup> sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1999/2000 **da definire**
- Termine per la richiesta della prova di sintesi per la 3<sup>a</sup> sessione 2° turno a.a. 1999/2000 **2 novembre 2000**
- Prolungamento della 3<sup>a</sup> sessione esami di profitto destinati agli studenti non ancora iscritti o iscritti fuori corso per l'a.a. 2000/2001 al 3°, 4° e 5° anno **da definire**
- 3<sup>a</sup> sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1999/2000 **da definire**

**RIEPILOGO CALENDARIO 1999/2000 PER ARGOMENTI:**

**Immatricolazioni**

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

**Lezioni**

- *Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico (studenti del 1° anno)* 27 settembre 1999
- *Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico (studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno)* 27 settembre 1999
- *Fine delle lezioni del 1° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* 3 dicembre 1999
- *Inizio delle lezioni del 2° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* 10 gennaio 2000
- *Fine delle lezioni del 1° periodo didattico per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno* 14 gennaio 2000
- *Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno* 28 febbraio 2000
- *Fine delle lezioni del 2° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* 17 marzo 2000
- *Inizio delle lezioni del 3° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* 3 aprile 2000
- *Fine delle lezioni del 2° periodo didattico per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno* 9 giugno 2000
- *Fine delle lezioni del 3° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* 16 giugno 2000

**Sessioni di esame**

- 3ª sessione ordinaria esami di profitto a.a. 1998/99 30 ago.-25 sett. 1999
- Prolungamento della 3ª sessione esami di profitto destinato agli studenti non ancora iscritti o iscritti fuori corso per l'a.a. 1999/2000 al 2°, 3°, 4° e 5° anno 8-20 novembre 1999
- *Verifiche sui moduli del 1° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* 6-18 dicembre 1999
- 1ª sessione esami di profitto a.a. 1999/2000 per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno 17 gen.-26 feb. 2000
- *Verifiche sui moduli del 2° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* 20 mar.-1 apr. 2000

# Calendario accademico 1999/2000

- Anticipo della 2<sup>a</sup> sessione esami di profitto a.a. 1999/2000 riservato agli studenti iscritti fuori corso al 2°, 3°, 4° e 5° anno **10-29 aprile 2000**
- 2<sup>a</sup> sessione esami di profitto a.a. 1999/2000 per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno **12 giu.-22 lug. 2000**
- *Verifiche sui moduli del 3° periodo didattico per gli studenti del 1° anno* **19 giu.-1 lug. 2000**
- *Esami di profitto a.a. 1999/2000 per gli studenti del 1° anno* **3-29 luglio 2000**
- 3<sup>a</sup> sessione esami di profitto a.a. 1999/2000 per gli studenti del 2°, 3°, 4° e 5° anno **28 ago.-23 sett. 2000**
- *Esami di profitto a.a. 1999/2000 per gli studenti del 1° anno* **28 ago.-23 sett. 2000**
- Prolungamento della 3<sup>a</sup> sessione esami di profitto destinato agli studenti non ancora iscritti o iscritti fuori corso per l'a.a. 2000/2001 al 3°, 4° e 5° anno **da definire**

## Sessioni di laurea

- 3<sup>a</sup> sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1998/99 **11-15 ottobre 1999**
- 3<sup>a</sup> sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1998/99 **13-17 dicembre 1999**
- 1<sup>a</sup> sessione esami di laurea turno unico a.a. 1999/2000 **21-25 febbraio 2000**
- 2<sup>a</sup> sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1999/2000 **15-19 maggio 2000**
- 2<sup>a</sup> sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1999/2000 **17-21 luglio 2000**
- 3<sup>a</sup> sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1999/2000 **da definire**
- 3<sup>a</sup> sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1999/2000 **da definire**

## ■ AMMISSIONE AL PRIMO ANNO

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

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

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

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

### **Titoli di ammissione alla Facoltà di Ingegneria**

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

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

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

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

### MODALITÀ D'ISCRIZIONE AD ANNI SUCCESSIVI AL PRIMO

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

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

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

È possibile procedere all'iscrizione anche presso i terminali self-service della sede di Vercelli seguendo le seguenti istruzioni:

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

#### **Pagando in posta:**

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

### **Iscrizione in qualità di studente regolare**

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

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

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

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

**Iscrizione in qualità di studente ripetente**

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

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

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

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

**Iscrizione in qualità di studente fuori corso**

Sono considerati fuori corso gli studenti che:

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

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

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

**Iscrizione in qualità di studente part-time**

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

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

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

### Iscrizione di laureati a singoli insegnamenti

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

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

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

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

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

## ■ TASSA E CONTRIBUTO D'ISCRIZIONE

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

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

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

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

Tassa regionale per il Diritto allo Studio, di L. 170.000

La tassa è prevista per Legge.

- **Ministero delle Finanze**

Imposta di bollo, di L. 20.000

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

- **Compagnia Assicuratrice**

L'amministrazione del Politecnico stipula una assicurazione contro il rischio di infortuni, a carico degli studenti, il cui costo (ancora da precisare per l'a.a. 1999/2000) è di circa L. 10.000 l'anno.

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

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

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

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

### AVVERTENZA

Lo studente è tenuto a consegnare alla Segreteria Studenti le quietanze relative ai pagamenti delle tasse di iscrizione entro i termini previsti per il versamento. Se il versamento e/o consegna vengono effettuati oltre i termini e sono accettati dalla Segreteria lo studente è tenuto al pagamento di un contributo di mora di L. 100.000.

In via eccezionale, previa autorizzazione del Rettore, gli studenti che non hanno effettuato l'iscrizione in qualità di fuori corso entro le scadenze stabilite potranno procedere alla stessa previo pagamento, oltre che della tassa e del contributo di iscrizione, della somma di L. 300.000 (mora).

### ■ INIZIO DELLE LEZIONI

Le lezioni iniziano per tutti gli anni di corso il **27 settembre 1999**.

Gli studenti dovranno prendere visione degli orari ufficiali dei corsi direttamente presso la bacheca della Facoltà.

### ■ ISCRIZIONE AGLI INSEGNAMENTI

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

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

Al termine del periodo didattico il docente ufficiale del corso, sulla base dell'elenco definitivo, che viene fornito prima della fine delle lezioni, invia alla Segreteria studenti i nominativi degli allievi cui non ritiene di dover concedere l'attestazione di frequenza.

### ■ FREQUENZA

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

### ■ ESAMI DI PROFITTO

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

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

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

*Gli statini sono rilasciati a partire da una settimana prima dell'inizio di ogni sottosessione (Anticipo, Ordinaria o Prolungamento; di Verifica o di Esame per gli studenti del 1° anno) ed hanno validità per tutta la durata della stessa.*

Le date degli appelli d'esame sono fissate dai Presidenti delle Commissioni esaminatrici e pubblicate nella bacheca della presidenza di Facoltà.

**Appelli per gli studenti iscritti al vecchio ordinamento**

Gli esami di profitto si svolgono nelle seguenti sessioni e i relativi appelli sono accorpati secondo il seguente schema:

<b>Sessioni</b>	<b>Sottosessioni</b> (delimitano la validità degli statini)	<b>Appelli</b> (definiscono la possibilità di ripetizione)	<b>Date</b>
3 <sup>a</sup> 1998/99	Ordinaria	8 9	30 agosto - 25 settembre 1999
	Prolungamento	10	8 - 20 novembre 1999 (1)
1 <sup>a</sup> 1999/2000	Ordinaria	1	17 gennaio - 12 febbraio 2000
		2	
		3	14 - 26 febbraio 2000
2 <sup>a</sup> 1999/2000	Anticipo	4	10 - 29 aprile 2000 (2)
	Ordinaria	5	12 giugno - 8 luglio 2000
		6	
		7	10 - 22 luglio 2000
3 <sup>a</sup> 1999/2000	Ordinaria	8	28 agosto - 23 settembre 2000
		9	
	Prolungamento	10	da definire (3)

- (1) Appello destinato agli studenti iscritti fuori corso per l'anno accademico 1999/2000 e agli studenti non ancora iscritti a tale anno
- (2) Appello destinato solo agli studenti fuori corso.
- (3) Appello destinato agli studenti iscritti fuori corso per l'anno accademico 2000/2001 e agli studenti non ancora iscritti a tale anno.

**N.B.** - Gli esami si possono sostenere in uno solo degli appelli di ciascun accorpamento ed è possibile ripeterli solamente a partire dal primo appello dell'accorpamento successivo.

Tutte le registrazioni effettuate con statini non validi (es. relativi alla Sottosessione precedente) o che non rispettino le regole di ripetibilità sopra specificate saranno annullate direttamente dal Servizio Studenti senza necessità di ulteriori comunicazioni agli interessati.

### Appelli per gli studenti iscritti al nuovo ordinamento

Per l'anno accademico 1999/2000 gli esami di profitto si svolgono nei seguenti periodi:

Esami sostenibili	Date
Esami di verifica per i moduli del 1° periodo didattico	dal 06/12/1999 al 18/12/1999
Esami di verifica per i moduli del 2° periodo didattico	dal 20/03/2000 al 01/04/2000
Esami di verifica per i moduli del 3° periodo didattico	dal 19/06/2000 al 01/07/2000
Esami di profitto per tutti i moduli	dal 03/07/2000 al 29/07/2000
Esami di profitto per tutti i moduli	dal 28/08/2000 al 23/09/2000

### ESAME DI LAUREA

L'esame di laurea in Ingegneria consiste nella discussione pubblica di una tesi scritta o, a scelta dello studente e per i Corsi di Laurea che la prevedono, in una prova di sintesi. 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 previsti due turni per la 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> sessione e un turno unico per la 1<sup>a</sup> sessione, distribuiti come segue:

#### Sessioni di laurea

sessione	anno	turno	data
3 <sup>a</sup>	1998/99	1°	11 - 15 ottobre 1999
		2°	13 - 17 dicembre 1999
1 <sup>a</sup>	1999/2000	unico	21 - 25 febbraio 2000
2 <sup>a</sup>	1999/2000	1°	15 - 19 maggio 2000
		2°	17 - 21 luglio 2000
3 <sup>a</sup>	1999/2000	1°	da definire
		2°	da definire

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

Lo studente, per essere ammesso allo svolgimento della tesi di laurea, deve inoltrare apposita domanda alla Presidenza di Facoltà (foglio giallo) rispettando le scadenze previste.

Al termine del lavoro di tesi lo studente deve presentare alla Segreteria Studenti, secondo modalità di seguito riportate, la domanda di ammissione all'esame di laurea cui deve essere allegato un apposito modulo (foglio bianco), firmato dal relatore e dagli eventuali co-relatori e timbrato dalla Presidenza di Facoltà, 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 Presidenza di Facoltà; altra copia deve essere portata dal laureando alla seduta di laurea.

## **Prova di sintesi**

La prova di sintesi, intesa ad accertare la capacità dello studente di svolgere lavoro individuale su un tema prefissato, consiste, per i Corsi di Laurea che la prevedono, nello sviluppo di un elaborato scritto e nella sua successiva pubblica discussione davanti alla commissione degli esami di laurea.

Lo studente ha almeno 15 giorni di tempo dal momento dell'assegnazione del tema alla presentazione della relazione scritta.

*La richiesta per l'assegnazione del tema della prova di sintesi, compilata sull'apposito modulo rosa, deve essere presentata alla Presidenza di Facoltà entro le date di seguito riportate.*

sessione	anno	turno	data
3 <sup>a</sup>	1998/99	1°	1 settembre 1999
		2°	2 novembre 1999
1 <sup>a</sup>	1999/2000	unico	10 gennaio 2000
2 <sup>a</sup>	1999/2000	1°	3 aprile 2000
		2°	5 giugno 2000
3 <sup>a</sup>	1999/2000	1°	1 settembre 2000
		2°	2 novembre 2000

Il coordinatore di ogni singolo corso di laurea vaglia le domande, prepara ed assegna i temi ai singoli laureandi in accordo agli indirizzi culturali propri di ogni corso di laurea.

Con avviso nelle bacheche della Presidenza di Facoltà sono comunicati i titoli e i termini di consegna dell'elaborato scritto per ciascun candidato.

*Con tale affissione l'assegnazione dei temi si intende legalmente notificata a ogni effetto.*

## Frequenza ai corsi ed esami

I temi assegnati devono essere sviluppati e discussi nella sessione alla quale si riferisce la richiesta di assegnazione del tema. Qualora lo studente non si laurei in tale sessione deve inoltrare nuova richiesta.

Gli elaborati della prova di sintesi devono essere redatti in due copie. Una copia, firmata dal candidato, deve essere consegnata alla Presidenza di Facoltà; altra copia deve essere portata dal laureando alla seduta di laurea.

L'avvenuta consegna alla Presidenza di Facoltà deve essere documentata da una dichiarazione della Presidenza stessa da consegnarsi alla Segreteria Studenti entro il termine previsto dal calendario accademico per la consegna dell'elaborato.

N.B. La presentazione della richiesta di assegnazione della prova di sintesi, annulla automaticamente la tesi di laurea eventualmente richiesta e assegnata precedentemente.

Tesi e sintesi devono essere redatte in fogli di formato UNI A4; con una densità di scrittura corrispondente ad almeno 35 righe di 60 battute.

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

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

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

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

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

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

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

**FAC-SIMILE DOMANDA  
D'ESAME DI LAUREA**

AL RETTORE DEL POLITECNICO  
DI TORINO

Matricola n°.....  
Il sottoscritto.....  
nato a ..... (prov. di .....) CAP .....  
via ..... n. .... Tel. ....  
finito il corso degli studi per il conseguimento della laurea in Ingegneria  
..... chiede di essere ammesso  
a sostenere nel prossimo (primo)/(secondo)  
turno della (prima, seconda o terza) sessione l'esame generale di laurea.  
Il sottoscritto dichiara di aver superato tutti gli esami di profitto previsti dal piano di  
studi.

(1) Dichiara, inoltre, di voler presentare una tesi di laurea con il seguente titolo:

.....  
.....

i cui relatori sono i Professori:

.....  
.....

oppure:

(2) Dichiara, inoltre, di aver chiesto entro i termini stabiliti l'assegnazione del tema  
della prova di sintesi.

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

**Allega alla presente:**

Tesserino magnetico;

Libretto universitario;

Foglio bianco, contenente il titolo definitivo della tesi, firmato dal relatore, dai co-  
relatori e dal Presidente del Consiglio di Corso di Laurea (o di Settore);

Ricevuta comprovante l'avvenuto versamento della somma di L. 50.000 comprensiva  
del costo del diploma di laurea e dell'imposta di bollo relativa alla presente domanda;

Recapito: .....

.....Tel. ....

Torino, .....

Firma

.....

(1) Nel caso il candidato abbia chiesto la discussione di una tesi di laurea.

(2) Nel caso il candidato abbia chiesto la discussione di una prova di sintesi.

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

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

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

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

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

Per informazioni e ritiro moduli e Regolamento rivolgersi all'*Ufficio Laureati della sede di Torino*.

### **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 laureandi interessati devono compilare e consegnare alla Segreteria Studenti prima della discussione della Tesi di laurea o della monografia.

Il conferimento dei dati è facoltativo.

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

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

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

### DOCUMENTI RILASCIATI AGLI STUDENTI

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

#### **Libretto universitario**

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

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

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

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

#### **Tessera magnetica**

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

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

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

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

### ■ TRASFERIMENTI

#### **Passaggi interni di Facoltà**

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

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

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

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

#### **Cambiamento di Corso di Laurea o di Indirizzo**

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

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

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

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

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

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

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

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

**FAC-SIMILE DOMANDA  
DI CAMBIAMENTO DI CORSO DI LAUREA**

AL RETTORE DEL POLITECNICO  
DI TORINO

Il sottoscritto .....  
nato a ..... il ..... residente in  
..... via .....  
(CAP. ....) Tel. .... iscritto al ..... anno del corso di laurea in  
Ingegneria ..... Matricola n. ....,  
chiede il passaggio per l'anno accademico ..... al ..... anno del  
corso di laurea in Ingegneria.....

Chiede inoltre che gli vengano convalidati i seguenti esami superati:

- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....
- ..) .....
- n) .....

e le seguenti attestazioni di frequenza:

- 1) .....
- 2) .....
- 3) .....
- ..) .....
- n) .....

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

Torino, .....

Firma

.....

### **Passaggio da Corso di Laurea a Corso di Diploma**

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

L'ammissione al Corso di Diploma Universitario è definita:

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

#### **Iscrizione al 1° anno**

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

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

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

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

#### **Iscrizione al 2° e 3° anno**

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

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

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

Alla domanda di passaggio occorre allegare:

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

### Passaggio di Diplomatici a Corso di Laurea strettamente affine

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

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

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

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

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

### Trasferimenti per altra sede

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

*Per ottenere il trasferimento deve presentare alla Segreteria Studenti:*

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

Deve, inoltre, ricordare che:

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

### FAC-SIMILE DOMANDA DI TRASFERIMENTO PER ALTRA SEDE

In bollo da L.20.000

AL RETTORE DEL POLITECNICO  
DI TORINO

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

Firma.....

### **Trasferimenti da altra sede**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## ■ INTERRUZIONE DEGLI STUDI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Rinvio del servizio militare**

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

Studenti immatricolati a partire dall'anno accademico 1998/99

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

Studenti immatricolati prima dell'anno accademico 1998/99

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

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

### **Restituzione del titolo originale di studi medi**

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

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

Lo studente può avvalersi di una delle seguenti modalità:

- a) presentarsi personalmente alla Segreteria, che provvederà al rilascio immediato;
- b) delegare una terza persona, fornendo all'incaricato la delega in carta semplice e 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 formata 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 (richieste fotocopie per posta).

### Certificati rilasciati ai laureati

I certificati predisposti per i laureati sono i seguenti:

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

I certificati sono rilasciati esclusivamente presso la Segreteria Studenti.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Rinvio del servizio militare**

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

Studenti immatricolati a partire dall'anno accademico 1998/99

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

Studenti immatricolati prima dell'anno accademico 1998/99

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

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

### **Restituzione del titolo originale di studi medi**

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

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

Lo studente può avvalersi di una delle seguenti modalità:

- a) presentarsi personalmente alla Segreteria, che provvederà al rilascio immediato;
- b) delegare una terza persona, fornendo all'incaricato la delega in carta semplice e 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 formata 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 (richieste fotocopie per posta).

### Certificati rilasciati ai laureati

I certificati predisposti per i laureati sono i seguenti:

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

I certificati sono rilasciati esclusivamente presso la Segreteria Studenti.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### LINGUE STRANIERE

#### **Informazioni generali**

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

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

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

#### **Prove di accertamento per studenti immatricolati in anni precedenti al 1997-98**

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

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

*Obbligatoria entro il terzo anno.*

Le prove si tengono 4-5 volte nell'anno all'interno del Politecnico e sono annunciate con appositi manifesti.

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

#### **Lingua inglese per gli studenti immatricolati nell'anno accademico 1996-97 o in anni precedenti**

*Obbligatoria entro il terzo anno.*

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

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

#### **Prove di accertamento per gli studenti immatricolati nell'anno accademico 1997-98**

*Esame PET di Cambridge obbligatorio entro il terzo anno.*

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

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

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

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

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

## **Prove di accertamento per gli studenti immatricolati nell'anno accademico 1998-99 e 1999-2000**

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

### **Lingua inglese**

*Obbligatoria entro il terzo anno.*

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

Sono ammessi anche i certificati di cui alla tabella i.

### **Seconda lingua**

*Obbligatoria entro il conseguimento della Laurea*

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

La prova consiste in uno fra i seguenti esami certificati:

Francese: DELF unità A1 e A2

Spagnolo: Diploma Inicial de Español

Tedesco: Zertifikat Deutsch als Fremdsprache.

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

Le informazioni si richiedono al CLAIV.

### **Obbligo di pretest**

Tutti gli studenti che intendono sostenere esami PET, DELF 1 e 2, ZDAF, Diploma Inicial devono sostenere presso il CLAIV un pretest che indichi la concreta possibilità di superare l'esame. L'iscrizione gratuita (o il rimborso per il Diploma Inicial) sarà concessa solo qualora si superi il pretest.

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

## **Centro linguistico CLAIV (sede staccata del CLA)**

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

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

Il C.L.A.I.V. è attrezzato con apparecchiature audiovisive e multimediali e fornito di corsi ed esercizi linguistici a tutti i livelli e per la lingua inglese e anche la lingua francese; vi sono inoltre libri di testo, grammatiche, dizionari.

Con l'assistenza di un tecnico si possono seguire attività linguistiche a vari livelli, anche con l'aiuto di strumenti informatici e multimediali. Le attività, oltre all'inglese, possono riguardare anche la lingua francese, spagnola, tedesca.

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

In orari esposti sulla porta di accesso è disponibile il tecnico per tutte le informazioni e le consulenze riguardanti il Centro e le prove di accertamento.

### **Corsi con Scuole specializzate**

#### **Corsi di inglese con Scuole specializzate**

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

#### **Corsi di francese, spagnolo, tedesco con scuole specializzate**

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

#### **Costi**

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

#### **Esami PET, DELF 1 e 2, ZDAF, Diploma Inicial**

La partecipazione è gratuita. Se lo studente, nonostante l'iscrizione, non si presenta alla prova contribuisce alla spesa dalla volta successiva con modalità che vengono decise e comunicate all'inizio di ogni anno.

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

#### **Corsi di lingue**

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

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

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

**TABELLA i**

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

**TABELLA f**

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

**TABELLA s**

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

**TABELLA t**

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

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

Registrazione della prova con esibizione di uno dei certificati sopra elencati: rivolgersi al CLAIV con una fotocopia del certificato e il libretto di iscrizione.

**Nota sugli esami certificati diversi dal PET.**

Per sostenere gli esami  
**First Certificate in English**  
**Certificate in Advanced English**  
**Certificate of Proficiency in English**  
**TOEFL**

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

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

### SAPER COMUNICARE

#### Premessa

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Come scrivere

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

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

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

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

### **Che cosa si sta facendo al Politecnico?**

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

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

**Il volumetto è regolarmente distribuito a tutti gli studenti iscritti almeno al 3° anno che ne facciano richiesta presso la segreteria della sede di Vercelli.**

### **Bibliografia**

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

### ■ MOBILITÀ DEGLI STUDENTI

#### **Stages in Italia**

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

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

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

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

#### **Programmi europei**

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

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

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

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

#### **Socrates**

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

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

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

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

### **Doppia laurea**

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

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

### **Progetti per studenti di Ingegneria Elettronica**

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

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

### **Progetti per studenti di Ingegneria Meccanica**

Per gli studenti di Ingegneria meccanica esiste l'opportunità di conseguire il doppio titolo con la Ecole Nationale de Papeterie (EFGP) appartenente all'INP di Grenoble. Il progetto è basato su un anno di studi (corsi) più lo svolgimento della tesi di laurea (16 mesi totali) presso l'istituzione ospitante.

### **Progetti nel Settore Civile**

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

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

### **Orientamento in Ingegneria della Carta**

Gli studenti di Ingegneria Meccanica, seguendo il 5° anno di studi presso l'Ecole Nationale de Papeterie (EFGP) appartenente all'Institut Nationale Polytechnique de

## Servizi Didattici

Grenoble (INPG, Francia), possono conseguire il titolo dell'Année Spéciale de Ingenieur de Papeterie. Per questo progetto sono previste borse di studio offerte da alcune industrie cartarie italiane che si vanno ad aggiungere alle borse Socrates/Erasmus.

### Progetto Time

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

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

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

Questa possibilità, presente per la prima volta nell'a.a. 1990/91, riguarda i corsi di laurea in ingegneria Civile, Elettronica, Meccanica.

### Progetto EURECOM

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

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

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

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

### Informazioni

Informazioni sui programmi di mobilità studenti indicati precedentemente vengono fornite presso la segreteria della Facoltà e presso il Socrates Informati Center (SIC) presso la Facoltà di Ingegneria di Torino.

Il SIC osserva il seguente orario:

10.00/12.30 tutti i giorni esclusi il martedì e il sabato

Tel. 011/564.4123

Fax 011/564.6295

**Email: [erasmus@polito.it](mailto:erasmus@polito.it) [socrates@polito.it](mailto:socrates@polito.it)**

Ulteriori informazioni potranno essere fornite agli studenti tramite affissione avvisi nelle bacheche della Facoltà.

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

Ingegneria Civile	referente Vercelli:	Prof. L. Morra
Ingegneria Elettronica	referente Vercelli:	Prof. G. Ghione
Ingegneria Meccanica:	referente Vercelli:	Prof. E. Paolucci

### Altri programmi

Per ulteriori informazioni sulla mobilità verso la Russia e alcuni Paesi extra-europei lo studente può rivolgersi all'Ufficio di Presidenza della Facoltà di Ingegneria di Torino.

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

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

#### Informazioni generali

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

#### Cosa prevede il progetto

L'offerta del programma di MS al Politecnico è parte di un progetto di collaborazione tra il Politecnico di Torino (TOP) e la *University of Illinois at Chicago (UIC)*; il programma è stato avviato (in fase sperimentale) nell'anno accademico 1997/98 con due corsi di Master, in Elettronica e Telecomunicazioni (*Electrical Engineering*) e in

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

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

### Ammissione

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

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

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

### Costi e sostegni economici

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

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

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

obblighi connessi a tale sostegno economico, in particolare relativi alla frequenza e al profitto durante il programma MS.

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

### Corsi ed equivalenze

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

### Ulteriori Informazioni

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

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

### Persone di Riferimento

per questioni organizzative

**Dr. Tiziana Vitrano,**  
Amm.ne Centrale,  
tel. 011-564-6183,  
e-mail: [vitrannot@polito.it](mailto:vitrannot@polito.it)

per questioni accademiche:  
per il programma EECS

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

per il programma ME

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

### BIBLIOTECA

La biblioteca è aperta dal lunedì al giovedì dalle 9.00 alle 13.15 e dalle 13.45 alle 17.00, il venerdì dalle 9.00 alle 15.00. Nel mese di agosto e nel periodo natalizio la biblioteca rimane chiusa.

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

Il servizio di consultazione si riferisce a categorie di opere che non possono essere portate fuori dalla biblioteca (periodici, enciclopedie, dizionari, normativa). Il materiale su supporto cartaceo che rientra in queste categorie è liberamente consultabile in sala di lettura (80 posti), quello su supporto elettronico è accessibile dalle 6 postazioni a disposizione degli utenti, collegate al server della biblioteca e al tower cd.

Il restante materiale librario è disponibile per la lettura ed il prestito, regolati dalle seguenti norme.

Per la lettura i libri richiesti vengono affidati all'utente che ha l'obbligo di depositare un documento personale fino alla restituzione dei libri che deve avvenire entro la giornata.

Il prestito è concesso per un periodo di due settimane, rinnovabile per lo stesso periodo se non è stata attivata la prenotazione sul prestito. Il rinnovo può essere richiesto per telefono (0161/226342) o per email [peira@picohost.polito.it](mailto:peira@picohost.polito.it).

E' ordinariamente concesso agli studenti il prestito di due 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 e, 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).

E' inoltre attivo un servizio di prestito interbibliotecario con le due biblioteche centrali di Ingegneria e Architettura di Torino e, per i soli tesisti, con le biblioteche del Dipartimento a cui afferisce il docente. In questi casi, le regole di prestito sono dettate dalle biblioteche che forniscono i volumi. Il servizio è gratuito e viene effettuato due volte alla settimana.

Agli usuali servizi di consulenza per l'uso dei cataloghi, repertori e bibliografie sono affiancati i servizi di ricerca su archivi bibliografici, tramite reti informatiche, e di richiesta fotocopie e microcopie alle apposite fonti internazionali (in quest'ultimo caso è richiesto il rimborso delle spese da parte del Dipartimento o Centro per il quale sono svolti i servizi).

Per un'esposizione più dettagliata sui servizi e sul regolamento delle biblioteche afferenti al Sistema Bibliotecario si rimanda all'apposito fascicolo informativo.

## ■ LABORATORI

### **Laboratorio Informatico di Base (LAIB)**

- Il laboratorio informatico di base ha essenzialmente un duplice scopo istituzionale:
- in primo luogo, fornire un valido supporto alla didattica per i corsi (di base o avanzati) che prevedono l'utilizzo del personal computer e di sistemi operativi semplici (DOS/Windows) abbinati ad applicativi software di tipo generico (word processor, fogli di calcolo etc.) o più specifico (C.A.D., simulatori, etc.);
  - in secondo luogo, assicurare agli studenti iscritti la possibilità di utilizzare liberamente le attrezzature del laboratorio, per scopi direttamente connessi alle attività istituzionali.

Nel laboratorio sono disponibili complessivamente 35 postazioni di lavoro, attrezzate con calcolatori aventi diverse prestazioni in termini di capacità di calcolo e corredate da periferiche per la stampa, in modo da soddisfare le varie esigenze.

Tutti i calcolatori sono connessi in rete. La rete è gestita da due server, i quali oltre che occuparsi della gestione della rete stessa, rendono disponibili verso i client, tutta una serie di programmi software che soddisfano interamente le richieste per la didattica.

Il laboratorio è aperto tutti i giorni dal lunedì al venerdì dalle ore 9.00 alle 13.00 e dalle 14.00 alle 18.00.

### **Laboratorio didattico avanzato di Informatica**

Questo laboratorio ha lo scopo di fornire le attrezzature informatiche necessarie per quelle applicazioni che richiedono una piattaforma basata sul sistema operativo UNIX.

Il laboratorio dispone di 12 posti di lavoro collegati in rete locale con un server DIGITAL ed un server SUN ed è utilizzato sia per le esercitazioni dei diversi insegnamenti, sia per lo svolgimento di tesi di laurea.

Il collegamento della rete locale con la rete di Ateneo permette di accedere in modo trasparente a tutte le applicazioni installate su una qualunque macchina UNIX del Politecnico di Torino.

### **Laboratori di Ingegneria meccanica**

#### **Laboratorio didattico sperimentale area meccanica (LA.DI.SPE)**

Il laboratorio didattico sperimentale fornisce agli studenti del triennio di ingegneria meccanica una serie molto varia di strumenti di lavoro su cui fare esperienze pratiche nella meccanica sperimentale e nelle misure meccaniche.

Il laboratorio è attualmente suddiviso in tre locali distinti e differenziati. Una prima sala è dedicata alla meccanica sperimentale ed alla fisica tecnica. La seconda sala contiene le attrezzature utilizzate per gli studi sulla meccanica dei fluidi, sulla pneumatica e sulla tecnologia meccanica. Nel terzo locale vi sono le macchine pesanti per le prove sui materiali.

Tutte le strutture sono di recente acquisizione e le apparecchiature di misura e controllo sono interfacciate con calcolatori elettronici dotati di software per la gestione e l'elaborazione delle misure sperimentali.

I laboratori sono disponibili per le esercitazioni dei vari corsi.

### Laboratorio CAD/CAM/CAE (LABCCC)

Il laboratorio CAD/CAM/CAE è stato sviluppato per offrire agli studenti del triennio di ingegneria meccanica la possibilità di effettuare esperienze pratiche sugli strumenti che l'informatica mette a disposizione attualmente per la progettazione meccanica ed il calcolo ingegneristico. A questo scopo è stato impostato un "laboratorio aperto" liberamente fruibile nelle ore non occupate per esercitazioni.

Le attrezzature informatiche sono ripartite tra un'area personal computer con gli strumenti di più basso livello disponibili a tutti (con software di office automation, visualizzazione grafica e calcolo matematico in generale) ed un'area workstation con accesso controllato normalmente riservato ai laureandi ed agli studenti di corsi che prevedano l'uso di software specifici (per il disegno assistito dal calcolatore ed il calcolo strutturale). Le due realtà sono totalmente integrate tra di loro grazie ad una interconnessione completa di tutte le macchine, con accesso in rete locale e geografica.

Attualmente l'offerta di risorse è così organizzata:

- personal computer con monitor 17" + 2 server NT; 7 workstation RISC con monitor di grandi dimensioni e grandi capacità di calcolo e memorizzazione dati;
- 2 sale con circa 60 posti e possibilità di svolgere lezioni interattive con proiezione su schermo di grandi dimensioni o con software per la visualizzazione multipla sui monitor dei calcolatori;

software general purpose (Office, Matlab, MapleV...) e ingegneristico (ANSYS, ADAMS, CATIA, EDS...).

### Laboratori di Ingegneria Elettronica

#### Laboratorio Didattico Sperimentale (LA.DI.SPE)

Presso il LA.DI.SPE Elettronica si svolgono principalmente le esercitazioni pratiche dei corsi ad indirizzo elettronico di tipo misuristico/circuitale, che prevedono l'utilizzo di strumentazione elettronica di base o avanzata.

Ogni postazione di lavoro è attrezzata con la strumentazione di base (alimentatore, oscilloscopio, generatore di funzioni, etc.) e con un personal computer che, tramite opportune schede di interfaccia, permette di automatizzare le misure e di effettuare acquisizioni ed elaborazione di dati.

Il laboratorio è anche attrezzato per la realizzazione di circuiti elettronici di prova a componenti discreti e possiede un'area dedicata agli studenti, che sviluppano una di tesi di laurea su argomenti di tipo elettronico.

#### Laboratorio di Campi Elettromagnetici

Il laboratorio di Campi Elettromagnetici ha lo scopo di fornire un supporto alla didattica dei corsi afferenti al gruppo K02X (Campi Elettromagnetici, Antenne e Propagazione, Compatibilità, Microonde, etc.). Esso permette agli studenti di utilizzare attrezzature e strumenti che consentono una visione applicativa delle nozioni teoriche.

Nel laboratorio sono disponibili:

- un banco Feedback in microstriscia
- due banchi in guida d'onda Sivers per misure in linea a fessura e antenne
- un PC per l'uso di software applicativi già installati per l'analisi di antenne e di copertura elettromagnetica.

Il laboratorio utilizza, quando necessario per la didattica, strumentazione a microonde afferente al Ladispe di Vercelli (per esempio l'analizzatore di reti HP fino a 6 GHz) e strumentazione del laboratorio di Campi Elettromagnetici di Torino (per esempio la linea a fessura GR in coassiale). Il laboratorio non dispone di tecnici.

L'accesso al laboratorio è organizzato in una serie di esercitazioni assistite a squadre per gli studenti del corso di Campi Elettromagnetici, ed anche ad accesso individuale per lo svolgimento di tesi, tesine, etc.

### **Laboratorio di CAD elettronico**

Il laboratorio di CAD elettronico ha lo scopo di avviare gli studenti del corso di Laurea in Elettronica all'uso dei programmi di CAD elettronico ormai di impiego insostituibile nella realtà industriale.

Nel laboratorio sono installate dieci workstation SUN con sistema operativo UNIX sulle quali sono presenti software CAD per i seguenti campi: microonde, microelettronica, compatibilità elettromagnetica, elettromagnetismo e teoria dei segnali.

In aggiunta a tali programmi sulle macchine sono inoltre installati programmi di varia utilità come ad esempio compilatori C e Fortran e quelli per la stesura di relazioni oppure tesi di laurea.

Tutte le postazioni di lavoro sono connesse in rete e il laboratorio è aperto tutti i giorni, dal lunedì al venerdì, dalle 9 alle 13 e dalle 14 alle 18.

### **Laboratori di Ingegneria Civile**

#### **Laboratorio Didattico Sperimentale (LA.DI.SPE)**

Nell'ambito del Corso di Laurea in Ingegneria Civile, che attualmente ha attivi gli orientamenti "Edile", "Infrastrutture territoriali" e "Strutture" l'attività didattica sperimentale è parte integrante e fondamentale della formazione degli allievi. Allo scopo è stato istituito un laboratorio suddiviso in settori specifici e integrati per lo svolgimento di tale attività. Tenendo conto della radice comune e della interdisciplinarietà di alcune tematiche presenti negli orientamenti di studio citati, e nello stesso tempo tenendo presente la diversa caratterizzazione delle aree disciplinari di specializzazione, si è proceduto alla creazione del Laboratorio Didattico Sperimentale (LADI-SPE) costituito da settori che coprono le aree disciplinari: a) Area Edile, b) Area Idraulica, c) Area Scienza e Tecnica delle costruzioni / Geotecnica d) Area Trasporti - Strade, e) Area Topografia / Fotogrammetria.

Il laboratorio è destinato sia allo svolgimento di tutte le esercitazioni sperimentali specifiche (rilievo, misura, progetto, controllo, impiego tecnologico), sia allo svolgimento dell'attività sperimentale inerente l'elaborazione delle tesi di Laurea.

#### **Strumentazioni informatiche**

All'interno del suddetto laboratorio sono disponibili 10 stazioni di lavoro dipendenti da due server, uno primario e uno di backup. Tutti gli elaboratori sono PC pentium con 40 Mbytes di RAM che lavorano sotto il sistema operativo Windows '95. Completano l'hardware una stampante laser e una a colori, un plotter a penne formato A0 e uno a colori a getto di inchiostro sempre formato A0, senza dimenticare come periferica di input uno scanner piano.

Dal punto di vista del software, su tutte le stazioni sono installati Office '97, Autocad nelle versioni 12, 13 e 14. Completano il software altri programmi di CAD come Microstation e 3dstudio, di grafica come Adobe Photoshop e Omnipage, e programmi per la gestione dei cantieri come Primavera e Winproject. L'area di Idraulica dispone del software danese Mike per lo studio dei bacini idrici in condizioni di piena.

Il LADISPE Civili è completato da un secondo laboratorio riservato alla ricerca e ai tesisti, dove si hanno sei stazioni appartenenti alle Aree di Edilizia, Geotecnica, Trasporti e Topografia e Fotogrammetria. L'hardware viene completato con un secondo scanner con kit per diapositive, una tavoletta digitalizzatrice A1 e stampanti laser, a colori e a sublimazione.

### **Area Edile**

Didattica interessata: corsi di Architettura tecnica, Ergotecnica edile, Caratteri costruttivi e distributivi degli edifici, Programmazione e costi nell'edilizia. Sono presenti apparecchiature di prova sperimentali nonché apparecchiature di diagnostica dell'esistente quali rilevatori ad ultrasuoni, rilevatori di metalli nascosti, sclerometri, ecc. E' a disposizione anche un repertorio di campioni relativo ai materiali e prodotti edilizi di più diffuso impiego (laterizi, isolanti termici, prodotti per coperture, per pareti, ecc.) con esemplificazioni di tecniche di posa. E' stato approntato anche un campo dimostrativo di prove di esposizione all'aperto per la valutazione del comportamento nel tempo di prodotti edilizi.

Sono disponibili modellini in scala di macchine da cantiere per livellazione, movimento e trasporto terra, ecc...al fine di mostrare agli studenti le macchine che si usano in un cantiere edilizio.

### **Area di Idraulica e meccanica dei fluidi**

Didattica interessata: corsi di Idraulica, Meccanica dei fluidi, Idrologia tecnica, Impianti speciali idraulici, Infrastrutture idrauliche. Sono presenti banchi per simulazione del regime di moto nei canali, studio dei problemi di foronomia, misura delle portate e moto nelle condotte in pressione; inoltre computer per la gestione e l'elaborazione dati più periferiche e relativi software di simulazione e calcolo.

### **Geotecnica**

Il laboratorio è integrato con quello della corrispondente area del LADISPE Meccanici (CAD/CAM/CAE). E' attrezzato per poter eseguire delle prove di classificazione (1), prove edometriche (2) e di taglio diretto (3). Didattica interessata: corsi di Scienza delle costruzioni, Tecnica delle costruzioni, Geotecnica, Meccanica delle rocce, Costruzioni in calcestruzzo armato e precompresso. Oltre a un estrusore universale motorizzato, a una stufa ad essiccazione e a una bilancia elettronica, sono disponibili le seguenti attrezzature:

1a. Scissometro tascabile, 1b. Penetrometro, 1c. Peso specifico delle terre, 1d. Serie completa di apparecchi per l'analisi granulometrica di un terreno secondo il metodo del densimetro, 1e. Setacciatore, 1f. Apparecchiatura per prova di degradabilità, 1g. Cucchiaino di Casagrande, 2a. Edometro a fulcro fisso, 3a. Apparecchiatura per prova di taglio diretto su terreni.

Per concludere si ha a disposizione in comune con il LADISPE Meccanici CAD /CAM /CAE una macchina per le prove di trazione e compressione Dartek.

## Area di Topografia e Fotogrammetria

### Topografia

Il laboratorio dispone di livelli ottici di alta precisione, di autolivelli di media precisione, di stazioni totali di media precisione, di stadie per la livellazione, e di un GPS di alta precisione. Ovviamente dette apparecchiature sono accompagnate dai software corrispondenti che permettono la gestione dei dati acquisiti sul terreno.

### Fotogrammetria

All'interno del laboratorio si ha un restitutore analitico a due controlli o semplificato, adatto sia per la restituzione di fotogrammi su carta che su negativi e diapositive, una camera semimetrica per l'acquisizione di fotogrammi 6 per 6, dotata di reticolo di calibrazione, stereoscopi di tipo professionale e da campo. Sono disponibili anche programmi per la restituzione digitale di fotogrammi aerei e terrestri, così come pure software per l'elaborazione di ortofoto e raddrizzamenti.

### ■ POLITECNICO SU INTERNET

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

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

Altri siti di interesse per gli studenti sono:

Servizio Studenti	<a href="http://www.sds.polito.it">http://www.sds.polito.it</a>
Facoltà di Ing. Vercelli	<a href="http://www.vercelli.polito.it/frameng1.htm">http://www.vercelli.polito.it/frameng1.htm</a>
Facoltà di Architettura	<a href="http://obelix.polito.it/">http://obelix.polito.it/</a>
Sistema Bibliotecario	<a href="http://www.biblio.polito.it/">http://www.biblio.polito.it/</a>
Studenti del Politecnico	<a href="http://www.poli.studenti.to.it/">http://www.poli.studenti.to.it/</a>

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

### ■ POLITECNICO A CASA

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

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

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

Maggiori informazioni possono essere reperite:

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

Il servizio Politecnico @ casa offre inoltre questi servizi gratuiti:

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

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

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

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

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

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

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

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

### ■ ASSOCIAZIONI E RAPPRESENTANZE STUDENTESCHE

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

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

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

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

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

Per lo svolgimento delle attività sportive il CUS si avvale di due impianti propri: uno sito a due passi dalla sede centrale del Politecnico, in Via Braccini 1, appena ristrutturato e dotato di palestra polifunzionale, pista di atletica leggera coperta, tavoli da ping pong, palestra per body building, sale riunioni, segreteria, 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.

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.

## Servizi di sostegno economico agli studenti

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

### ■ INIZIATIVE DEL POLITECNICO

#### **Borse di studio**

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

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

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

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

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

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

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

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

Le graduatorie sono stilate in base al merito scolastico acquisito.

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

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

### **Altre iniziative di sostegno**

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

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

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

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

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

Tra i servizi che l'E.Di.S.U. gestisce presso la sede della II Facoltà di Vercelli, è opportuno ricordare:

- **Sportello** ubicato presso le segreterie in Piazza S. Eusebio 5, tel. 0161/22.63.17;
- **sale di studio** ubicate in: Piazza S. Eusebio 5 e Via Monte di Pietà 22
  - nella sala di Via Monte di Pietà è attivo un servizio di fotocopie
  - nelle sale di studio sono a disposizione degli studenti dei personal computer;
- **consultazione e prestito libri**  
il servizio è a disposizione degli studenti iscritti presso le sale di studio;
- **servizio mensa**

gli studenti possono usufruire di un servizio mensa in Via Lagrange angolo C.so Italia, inoltre presso la sede della Facoltà è a disposizione degli studenti un servizio bar-tavola fredda

Informazioni più dettagliate, sono riportate nella "Guida ai Servizi" pubblicata dall'E.D.i.S.U. Piemonte. Essa può essere richiesta presso lo sportello sopraindicato; Gli uffici della sede dell'E.Di.S.U. sono ubicati in C.so Raffaello, 20 Torino ed osservano il seguente orario lunedì, mercoledì e venerdì 8.30/13.00- martedì e giovedì 8.30/15.00 (continuato).

Informazioni telefoniche: 011 653.1111

Sito internet <http://www.ed.s.unito.it>

### ■ LEGGE SULLA PRIVACY

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

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

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

I dati raccolti e conservati sono i seguenti:

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

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

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

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

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

Lo studente ha diritto di chiedere conferma dell'esistenza o meno di dati personali che lo riguardano, avanzando richiesta scritta al Responsabile del Servizio Studenti; 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 1999/2000 è in corso di stipulazione una nuova polizza, valida per tutti gli studenti regolarmente iscritti, durante la loro permanenza nell'ambito dei locali dell'Ateneo, e/o durante la partecipazione ad esercitazioni e ad iniziative e manifestazioni indette e organizzate dal Politecnico di Torino.

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

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

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

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

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

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

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

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

## Informazioni varie

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

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

## ■ INFERMERIA

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

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

Le prestazioni rivolte agli studenti sono:

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

## ■ NORME DISCIPLINARI

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

Agli studenti possono essere inflitte le seguenti sanzioni disciplinari:

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

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

La giurisdizione disciplinare sugli studenti spetta al Rettore e al Senato Accademico. Il Senato accademico nomina, su proposta 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 comunicare una sanzione. La sanzione eventualmente inflitta dalla commissione è comunicata dalla stessa allo studente per iscritto. Lo studente può proporre appello al Rettore, entro dieci giorni dalla notifica; la decisione del Rettore è inappellabile.

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

## **PIANI DI STUDIO UFFICIALI VECCHIO ORDINAMENTO**

Il piano di studi è l'insieme delle discipline da seguire nei cinque anni di corso e dei relativi esami da sostenere. I piani di studio ufficiali sono definiti dalla Facoltà e sono articolati in 29 annualità, in parte obbligatorie e in parte opzionali, necessarie per il conseguimento della laurea. Nel capitolo seguente sono riportati i piani di studio ufficiali delle due Facoltà di Ingegneria.

I piani di studio individuali possono essere predisposti dagli studenti con un numero di annualità non inferiore a 29, scelte nell'ambito delle discipline attivate dalla Facoltà e nel rispetto delle norme dettate dai vari Consigli di Corso di Laurea o di Scienze (vedi capitolo Piani di Studio Individuali).

➔ Piano di studio approvato  
dalla Facoltà negli  
anni passati

Il piano viene presentato con un modello per ogni anno di corso, con le istruzioni per inserire e cancellare gli esami, ed è sottoposto alle modifiche verranno segnalati i necessari annuali.

Se si convalida, verrà stampata la proposta di piano di studio individuale in formato pdf. Il piano di studio individuale deve essere approvato dal Consiglio di Corso di Laurea o di Scienze. L'approvazione del piano di studio individuale è necessaria per il conseguimento della laurea. È possibile richiedere il procedimento di capo.

### ORGANIZZAZIONE DIDATTICA E PIANI DI STUDIO

Ogni corso di laurea comprende complessivamente **29 annualità**, ripartite, in ognuno *dei cinque anni di corso*, su *due periodi didattici* (detti anche impropriamente semestri); ogni periodo didattico è di durata pari ad almeno 13 settimane di effettiva attività didattica. Per alcuni insegnamenti l'attività didattica si svolge nell'arco dei due periodi didattici.

L'ordinamento didattico prevede diversi tipi di insegnamenti, distinti in monodisciplinari, integrati e a durata ridotta.

- Un *corso monodisciplinare* è costituito da 80-120 ore di attività didattiche (lezioni, esercitazioni, laboratori, seminari ecc.) e corrisponde ad una unità didattica o annualità.
- Un *corso integrato* ha la stessa quantità di ore; esso è però svolto - in moduli coordinati di almeno 20 ore ciascuno - da due o al massimo tre professori, che fanno tutti parte della commissione d'esame.
- Un *corso ridotto* è costituito da 40-50 ore di attività didattiche e corrisponde a mezza annualità.
- Il piano di studi è l'insieme delle discipline da seguire nei cinque anni di corso e dei relativi esami da sostenere.
- I *piani di studio ufficiali* sono definiti dalla Facoltà e sono articolati in 29 annualità, in parte obbligatorie e in parte opzionali, necessarie per il conseguimento della laurea. Nel capitolo seguente sono riportati i piani di studio ufficiali delle due Facoltà di Ingegneria.
- I *piani di studio individuali* possono essere predisposti dagli studenti con un numero di annualità non inferiore a 29, scelte nell'ambito delle discipline attivate dalla Facoltà e nel rispetto delle norme dettate dai vari Consigli di Corso di Laurea o di Settore (vedi capitolo Piani di Studio Individuali).

**■ NORME PER MODIFICARE IL PIANO DI STUDIO**

I piani di studio di ogni genere possono essere modificati esclusivamente ai terminali self-service nel periodo **1 - 30 luglio 1999**.

Le operazioni ai terminali self-service possono essere ripetute più volte (la proposta valida sarà quella introdotta per ultima).

Per modificare il piano di studi occorre utilizzare la funzione "PIANI DI STUDIO"

Tipo di piano attuale	Procedimento
Piano <u>Ufficiale</u> con indirizzo, orientamento o esami ancora da scegliere	<p>⇒ A chi ha un piano ufficiale che prevede ancora delle scelte il terminale self-service richiederà di effettuare le scelte ufficiali, con una serie di pannelli che consentono di selezionare l'indirizzo o l'orientamento o gli esami necessari per completare il piano...</p> <p style="text-align: center;">↓</p>
Piano <u>Ufficiale</u> già completato negli anni passati	<p>⇒ Verrà presentato il piano ufficiale così come completato e quindi verrà richiesto se si intende apportare qualche modifica ulteriore. Rispondendo "N": il piano resta ufficiale e viene stampato un promemoria. Rispondendo "S": potranno essere inserite delle variazioni come cancellazione ed inserimento di corsi. Al termine di questa fase verrà verificato se il piano sia rimasto conforme alle regole ufficiali, nel qual caso il piano resterà ufficiale e uscirà una stampa di promemoria, da non consegnare in segreteria. In caso contrario il piano risponde alle regole dei piani individuali.</p> <p style="text-align: center;">↓</p>
Piano <u>Individuale</u> approvato negli anni passati	<p>⇒ Il piano viene presentato con un pannello per ogni anno di corso, con le istruzioni per inserire e cancellare gli esami; al termine delle modifiche verranno segnalate le eventuali anomalie.</p> <p>Se si <b>conferma</b>, verrà stampata la proposta di piano individuale da consegnare in segreteria <b>entro e non oltre il 30 luglio 1999</b>; le modifiche dei piani di studio individuali saranno sottoposte all'approvazione dei Consigli di Corso di Laurea o di Settore. <b>Annullando</b> l'operazione sarà possibile riprendere il procedimento da capo.</p>

## CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE

Anno	1° periodo didattico		2° periodo didattico	
1	S0231	Analisi matematica I	S2300	Geometria
	S0620	Chimica	S1901	Fisica generale I
	S1370	Disegno		
2	S0232	Analisi matematica II	S3370	Meccanica razionale
	S1902	Fisica generale II	S3040	Istituzioni di economia
	S2170	Fondamenti di informatica	S6020	Topografia
3	S4600	Scienza delle costruzioni	S5460	Tecnica delle costruzioni
	S2490	Idraulica	S2060	Fisica tecnica
	S5570	Tecnologia dei materiali e chimica applicata	S0330	Architettura tecnica
4	Z (1)		S2340	Geotecnica
	Z (2)		Y (1)	
	X (1)		Y (2)	
5	S1000	Costruzioni di strade, ferrovie ed aeroporti	Y (3)	
	X (2)		Y (4)	
	X (3)		Y (5)	

### Z (1) e Z (2) insegnamenti a scelta tra i seguenti:

S3215 Meccanica applicata alle macchine/Macchine (i)

S1790 Elettrotecnica

S2190 Fotogrammetria

(i) Corso integrato.

Gli insegnamenti contraddistinti da X e Y sono relativi ai seguenti orientamenti:

- orientamento Edile
- orientamento Infrastrutture territoriali
- orientamento Strutture

Ciascun orientamento è caratterizzato da otto insegnamenti, dei quali alcuni obbligatori e altri a scelta

## Orientamento Edile

4° anno

X1	1	<b>S5510</b>	Tecnica urbanistica
Y1	2	<b>S1860</b>	Ergotecnica edile
Y2	2	<b>SA540</b>	Teoria e progetto delle costruzioni in c.a. e c.a. precompresso

5° anno

X2	1	<b>S0550</b>	Caratteri costruttivi e distributivi degli edifici
X3	1	<b>S5204</b>	Storia dell'architettura I (r)
	1	<b>S5206</b>	Storia dell'architettura II (r)
Y3	2	<b>S2880</b>	Infrastrutture idrauliche
Y4	2	<b>S0310</b>	Architettura e composizione architettonica

Due a scelta tra:

Y5	2	<b>S5414</b>	Tecnica del controllo ambientale I (r)
	2	<b>S5416</b>	Tecnica del controllo ambientale II (r)
	2	<b>S9064</b>	Programmazione e costi per l'edilizia (r)

Lo studente può inserire uno degli insegnamenti ridotti e, per formare un'intera annualità, può accorparlo all'esame **SA744 Lingua inglese (r)** superato con attestato non inferiore al "pass with merit".

## Orientamento Infrastrutture Territoriali

4° anno

X1	1	<b>SA440</b>	Idrologia
Y1	2	<b>S5490</b>	Tecnica ed economia dei trasporti

Y2 a scelta tra:

	2	<b>S1860</b>	Ergotecnica edile
	2	<b>SA540</b>	Teoria e progetto delle costruzioni in c.a. e c.a. precompresso

5° anno

X2 a scelta tra:

	1	<b>S3910</b>	Pianificazione dei trasporti
	1	<b>S2800</b>	Impianti speciali idraulici

Lo studente può scegliere l'insegnamento X3 o Y5 tra corsi ridotti da accorparsi all'esame **SA744 Lingua inglese (r)**, superato con attestato non inferiore al "pass with merit", per formare un'annualità completa

X3 a scelta, con esclusione di quelli già inseriti nel piano, tra:

	1	<b>S2190</b>	Fotogrammetria
	1	<b>S5510</b>	Tecnica urbanistica
	1	<b>S3910</b>	Pianificazione dei trasporti
	1	<b>S2800</b>	Impianti speciali idraulici
	1	<b>S5204</b>	Storia dell'architettura I (r)
	1	<b>S5206</b>	Storia dell'architettura II (r)

## Piani di Studio della II Facoltà di Ingegneria

Y3	2	SA360	Cantieri e impianti per infrastrutture
Y4	2	S2880	Infrastrutture idrauliche

Y5 a scelta tra:

2	S4180	Progettazione di sistemi di trasporto
2	S5414	Tecnica del controllo ambientale I (r)
2	S5416	Tecnica del controllo ambientale II (r)
2	S9064	Programmazione e costi per l'edilizia (r)

### Orientamento Strutture

4° anno

X1 a scelta tra:

1	S5510	Tecnica urbanistica
1	SA860	Meccanica computazionale delle strutture

Y1	2	SA540	Teoria e progetto delle costruzioni in c.a. e c.a. precompresso
Y2	2	S5490	Tecnica ed economia dei trasporti

5° anno

X2	1	S3340	Meccanica delle rocce
X3	1	S2180	Fondazioni
Y3	2	S2880	Infrastrutture idrauliche

Lo studente può scegliere l'insegnamento Y4 o Y5 tra corsi ridotti da accorparsi all'esame SA744 **Lingua inglese (r)**, superato con attestato non inferiore al "pass with merit", per formare un'annualità completa

Y4 e Y5 a scelta tra:

2	S1860	Ergotecnica edile
2	SA360	Cantieri e impianti per infrastrutture
2	S4180	Progettazione di sistemi di trasporto
2	S5414	Tecnica del controllo ambientale I (r)
2	S5416	Tecnica del controllo ambientale II (r)
2	S9064	Programmazione e costi per l'edilizia (r)

## CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

Anno	1° periodo didattico		2° periodo didattico	
1	T0231	Analisi matematica I	T2300	Geometria
	T0620	Chimica	T1901	Fisica generale I
			T2170	Fondamenti di informatica
2	T0232	Analisi matematica II	T1441	Dispositivi elettronici I
	T1902	Fisica generale II	T0234	Analisi matematica III (r)
	T1790	Elettrotecnica	T0494	Calcolo delle probabilità (r)
			T5954	Termodinamica appl. (r)
			T3214	Meccanica applicata alle macchine (r)
3	T5770	Teoria dei circuiti elettronici	T5011	Sistemi informativi I
	T0510	Calcolo numerico	T0530	Campi elettromagnetici
	T5800	Teoria dei segnali	TA410	Elettronica
4	T0800	Comunicazioni elettriche	T4540	Reti logiche
	T3670	Misure elettroniche	T0840	Controlli automatici
	X (1)		X (2)	
5	X (3)		T1530	Economia ed organizzazione aziendale
	X (4)		X (6)	
	X (5)		X (7)	

(r) Corso ridotto.

X1 è scelta fra T3570 Microonde e T0760 Compatibilità elettromagnetica.

X2 è scelta fra T3560 Microelettronica e T6120 Elettronica delle microonde.

## Piani di Studio della II Facoltà di Ingegneria

Le materie contraddistinte da X3, X4, X5 possono essere scelte fra le seguenti, con esclusione di quelle eventualmente già inserite nel piano di studi del IV anno:

1	<b>T0370</b>	Automazione industriale
1	<b>T0410</b>	Basi di dati
1	<b>T0760</b>	Compatibilità elettromagnetica
1	<b>T1730</b>	Elettronica dei sistemi digitali
1	<b>T1760</b>	Elettronica di potenza
1	<b>T3570</b>	Microonde
1	<b>T3874</b>	Optoelettronica I (r) (*)
1	<b>T3876</b>	Optoelettronica II (r) (*)
1	<b>T4534</b>	Reti di telecomunicazioni I (r)
1	<b>T4536</b>	Reti di telecomunicazioni II (r)
1	<b>T4550</b>	Ricerca operativa
1	<b>T5694</b>	Tecnologie e materiali per l'elettronica I (r) (*)
1	<b>T5696</b>	Tecnologie e materiali per l'elettronica II (r) (*)
1	<b>T5870</b>	Teoria dell'informazione e codici

(\*) Le coppie di corsi ridotti Optoelettronica I / Optoelettronica II e Tecnologie e materiali per l'elettronica I / Tecnologie e materiali per l'elettronica II verranno attivate ad anni alterni; pertanto gli studenti, nella preparazione dei loro piani di studio, dovranno tener conto del fatto che nell'a.a. 1999/2000 verranno attivati i corsi di Optoelettronica I / Optoelettronica II e nell'a.a. 2000/2001 i corsi di Tecnologie e materiali per l'elettronica I / Tecnologie e materiali per l'elettronica II. Gli studenti dovranno inoltre tenere conto del fatto che il corso di Optoelettronica II ha come prerequisito il corso di Optoelettronica I e il corso di Tecnologie e materiali per l'elettronica II ha come prerequisito il corso di Tecnologie e materiali per l'elettronica I.

Gli studenti non possono inserire nello stesso piano di studio i corsi di Tecnologie e materiali per l'elettronica II e Optoelettronica II.

Le materie contraddistinte da X6, X7 possono essere scelte fra le seguenti, con esclusione di quelle eventualmente già inserite nel piano di studi del IV anno:

2	<b>T0275</b>	Antenne/Propagazione (i)
2	<b>T0300</b>	Architettura dei sistemi integrati
2	<b>T0770</b>	Componenti e circuiti ottici
2	<b>T0850</b>	Controllo dei processi
2	<b>T6120</b>	Elettronica delle microonde
2	<b>T2940</b>	Ingegneria del software
2	<b>T3560</b>	Microelettronica
2	<b>T3690</b>	Misure per l'automazione e la produzione industriale
2	<b>T4880</b>	Sistemi di elaborazione

## CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA

Anno	1° periodo didattico		2° periodo didattico	
1	U0231	Analisi matematica I	U2300	Geometria
	U0620	Chimica	U1901	Fisica generale I
	U2170	Fondamenti di informatica		
2	U0232	Analisi matematica II	U3370	Meccanica razionale
	U1902	Fisica generale II	U1795	Elettrotecnica/Macchine elettriche (i)
	U1430	Disegno tecnico industriale	U5575	Tecnologia dei materiali e chimica appl. / Tecnologia dei materiali metallici (i)
3	U4600	Scienza delle costruzioni	U0846	Controlli automatici / Elettronica (i)
	U3230	Meccanica dei fluidi	U2060	Fisica tecnica
	U3210	Meccanica applicata alle macchine	U1405	Disegno di macchine / Tecnologia meccanica (i)
4	U3111	Macchine I	U5640	Tecnologia meccanica
	U0940	Costruzioni di macchine	U3112	Macchine II
	X (1)		X (2)	
5	U4020	Principi e metodologie della progettazione meccanica	U2730	Impianti meccanici
	X (3)		U1530	Economia ed organizzazione aziendale
	X (4)		X (5)	

(i) Corso integrato

Le materie contraddistinte da X1, X2, X3, X4, X5 sono relative a corsi di indirizzo, come previsto dal Regolamento della 2<sup>a</sup> Facoltà:

- indirizzo Costruzioni
- indirizzo Energia
- indirizzo Produzione

**Ciascun indirizzo è caratterizzato da cinque materie, delle quali tre obbligatorie e due a scelta.**

I due insegnamenti e l'eventuale stage di seguito indicati (comuni ai tre indirizzi) hanno una valenza pari a 0,5 annualità ciascuno. Lo studente, per formare un'intera annualità può inserirne uno accorpandolo all'esame UA744 **Lingua inglese (ri)** superato con **attestato non inferiore al "pass with merit"**.

- |   |       |   |
|---|-------|---|
| 1 | U7614 | Gestione aziendale                                    |
| 1 | U0134 | Affidabilità e sicurezza delle costruzioni meccaniche |
| 2 | UA804 | Stage aziendale 1                                     |

# Piani di Studio della II Facoltà di Ingegneria

## Indirizzo Costruzioni

L'indirizzo Costruzioni prevede le materie X1, X2, X3 come obbligatorie:

X1	1	U3385	Meccanica sperimentale/Metallurgia meccanica (i)
X2	2	U4110	Progettazione assistita di strutture meccaniche
X3	1	U3360	Meccanica delle vibrazioni

mentre le materie X4, X5 possono essere scelte tra le seguenti:

1	U0350	Automazione a fluido
1	U2820	Impianti termotecnici
1	UA280	Programmazione e controllo della produzione
1	U5130	Sperimentazione sulle macchine
1	U0134	Affidabilità e sicurezza delle costruzioni meccaniche (r)
1	U7614	Gestione aziendale (r)
2	U2460	Gestione industriale della qualità
2	U3850	Oleodinamica e pneumatica
2	U5410	Tecnica del controllo ambientale
2	U3280	Meccanica dei robot (•)
2	U3410	Meccatronica (•)
2	UA804	Stage aziendale 1 (r)

(i) corso integrato

(r) corso ridotto

(•) Corsi ad anni alterni. Per l'a.a 1999/2000 è prevista l'attivazione del corso di Meccanica dei robot.

## Indirizzo Energia

L'indirizzo Energia prevede le materie X1, X3, X5 come obbligatorie:

X1	1	U0350	Automazione a fluido
X3	1	U2820	Impianti termotecnici
X5	2	U3850	Oleodinamica e pneumatica

mentre le due materie X2, X4 possono essere scelte tra le seguenti:

1	U3360	Meccanica delle vibrazioni
1	U3385	Meccanica sperimentale/Metallurgia meccanica (i)
1	UA280	Programmazione e controllo della produzione
1	U5130	Sperimentazione sulle macchine
1	U0134	Affidabilità e sicurezza delle costruzioni meccaniche (r)
1	U7614	Gestione aziendale (r)
2	U2460	Gestione industriale della qualità
2	U4110	Progettazione assistita di strutture meccaniche
2	U5410	Tecnica del controllo ambientale
2	U3280	Meccanica dei robot (•)
2	U3410	Meccatronica (•)
1	UA804	Stage aziendale 1 (r)

(i) corso integrato

(r) corso ridotto

(•) Corsi ad anni alterni. Per l'a.a 1999/2000 è prevista l'attivazione del corso di Meccanica dei robot.

**Indirizzo Produzione**

L'indirizzo Produzione prevede le materie X1, X2, X3 come obbligatorie:

X1	1	<b>U0350</b>	Automazione a fluido
X2	2	<b>U2460</b>	Gestione industriale della qualità
X3	1	<b>UA280</b>	Programmazione e controllo della produzione

mentre le materie X4, X5 possono essere scelte tra le seguenti:

1	<b>U2820</b>	Impianti termotecnici
1	<b>U3360</b>	Meccanica delle vibrazioni
1	<b>U3385</b>	Meccanica sperimentale/Metallurgia meccanica (i)
1	<b>U5130</b>	Sperimentazione sulle macchine
1	<b>U0134</b>	Affidabilità e sicurezza delle costruzioni meccaniche (r)
1	<b>U7614</b>	Gestione aziendale (r)
2	<b>U3850</b>	Oleodinamica e pneumatica
2	<b>U4110</b>	Progettazione assistita di strutture meccaniche
2	<b>U5410</b>	Tecnica del controllo ambientale
2	<b>U3280</b>	Meccanica dei robot (•)
2	<b>U3410</b>	Meccatronica (•)
1	<b>UA804</b>	Stage aziendale 1 (r)

(i) corso integrato

(r) corso ridotto

(•) Corsi ad anni alterni. Per l'a.a. 1999/2000 è prevista l'attivazione del corso di Meccanica dei robot.

# Piani di Studio della Il Facoltà di Ingegneria

## PIANI DI STUDIO INDIVIDUALI

Per i Corsi di laurea in Ingegneria Civile, Elettronica, Meccanica, verranno automaticamente approvati i piani individuali che prevedono soltanto spostamenti di anno di insegnamenti opzionali.

## COMMISSIONI PER L'ESAME DEI PIANI DI STUDIO INDIVIDUALI

Corsi di Laurea	Docenti	Dipartimenti di Appartenenza
Civile	Luigi Morra	Dip. di Ingegneria dei Sistemi Edilizi e Territoriali
Elettronica	Giovanni Ghione	Dip. di Elettronica
Meccanica	Maurizio Orlando	Dip. Sistemi di Produzione ed Economia dell'Azienda

(1) corso integrato

(2) corso ordinario

(\*) Corsi di laurea in Ingegneria Civile, Elettronica, Meccanica e Meccanica dei Sistemi Edilizi e Territoriali

### Indirizzo Energia

L'indirizzo Energia prevede le materie N1, N2, N3 e corsi opzionali:

N1	1	10150	Automazione e Fluidi
N2	1	10220	Ingegneria Energetica
N3	2	10450	Chimica Industriale

Le materie opzionali sono le seguenti:

1	10360	Mechanics of Structures
1	10380	Mechanics of Structures / Mechanics of Structures (1)
1	10420	Programmazione e controllo della produzione
1	10430	Specializzazione nelle macchine
1	10436	Alfabetizzazione e sicurezza delle costruzioni meccaniche (2)
1	10444	Gestione aziendale (1)
1	10446	Gestione industriale della qualità
1	10450	Progettazione assistita di strutture meccaniche
1	10453	Tecnica del controllo ambientale (1)
1	10456	Mechanics of robots (1)
1	10458	Meccatronica (*)
1	10464	Stato aziendale (1)

(1) corso integrato

(2) corso ordinario

(\*) Corsi di laurea in Ingegneria Civile, Elettronica, Meccanica e Meccanica dei Sistemi Edilizi e Territoriali

## **PIANI DI STUDIO UFFICIALI NUOVO ORDINAMENTO**

PRIMO ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Matematica didattica  
Calcolo per ingegneri  
Orientamento all'ingegneria e cultura europea

2° PERIODO DIDATTICO

Matematica didattica  
Algebra lineare per ingegneri  
Metodi probabilistici e statistici

3° PERIODO DIDATTICO

Mechanica  
Elettromagnetismo e ottica

4° PERIODO DIDATTICO

Matematica didattica  
Chimica per l'ingegneria  
Fondamenti di economia applicata all'ingegneria

5° PERIODO DIDATTICO

Disegno automatico  
Progetto multidisciplinare

SECONDO ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Matematica didattica  
Elettromagnetismo  
Tecnologia dei materiali e chimica applicata I

2° PERIODO DIDATTICO

Matematica didattica  
Produzione etichetta  
Metodi matematici per l'ingegneria I (1)

3° PERIODO DIDATTICO

Matematica didattica  
Tecnologia dei materiali e chimica applicata II (2)  
Fondamenti di meccanica teorica e applicata

4° PERIODO DIDATTICO

Matematica didattica  
Scienze delle costruzioni  
Estratto

5° PERIODO DIDATTICO

Trasmissione del calore, acustica, illuminazione  
Progetto multidisciplinare (2)

**■ CORSO DI STUDI IN INGEGNERIA CIVILE**

***Piano degli studi per il conseguimento del titolo di I livello***

**PRIMO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Calcolo per ingegneri	9
Orientamento all'ingegneria e cultura europea	2
Introduzione all'informatica	4
Disegno (civile)	4

**2° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Algebra lineare per ingegneri	5
Metodi probabilistici e statistici	5
Meccanica	5
Elettromagnetismo e ottica	4

**3° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Chimica per l'ingegneria	6
Fondamenti di economia applicata all'ingegneria	4
Disegno automatico	5
Progetto multidisciplinare	3

**SECONDO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Elettrotecnica	4
Idraulica/Meccanica dei fluidi	5
Tecnologia dei materiali e chimica applicata I	5
Topografia	5

**2° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Produzione edilizia	5
Metodi matematici per l'ingegneria I (1) <i>oppure</i>	7
Tecnologia dei materiali e chimica applicata II (2)	5
Fondamenti e applicazioni di termodinamica	5
Fondamenti di meccanica teorica e applicata	5

**3° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Scienza delle costruzioni	10
Estimo	3
Trasmissione del calore, acustica, illuminazione	5
Progetto multidisciplinare (2)	3

**TERZO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Tecnica delle costruzioni	10
Architettura tecnica I	5
Idraulica II (1)	5
<i>oppure</i>	
Impianti speciali idraulici (2)	5

**2° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Infrastrutture idrauliche	5
Geotecnica	5
Tecnica ed economia dei trasporti I	5
Costruzione di strade, ferrovie e aeroporti	5

**3° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Metodi matematici per l'ingegneria II (1)	6
<i>oppure</i>	
Tecnica urbanistica (2)	5
<i>oppure</i>	
Teoria e progetto delle costruzioni in c.a. e in c.a. precompresso (2)	5
Progetto multidisciplinare (strutturale o edilizio o territoriale)	4
Tirocinio (3)	5
Discussione finale	5

- (1) Moduli didattici propri per la prosecuzione degli studi senza debito formativo per il conseguimento del titolo di II livello. Sono sostituibili con i moduli alternativi da coloro che prevedono di non proseguire.
- (2) Moduli didattici previsti solo per coloro che prevedono di non proseguire gli studi per il conseguimento del titolo di II livello o di proseguire con debito formativo.
- (3) Il Tirocinio non è obbligatorio; chi non fa il Tirocinio deve introdurre uno dei seguenti moduli didattici da 5 crediti:

Macchine e sistemi energetici (1° Periodo didattico)  
Tecniche della sicurezza nell'edilizia (1° Periodo didattico)

La prova finale comprende il progetto multidisciplinare del 3° anno più la discussione finale.

Ai crediti complessivi così come riportati sono da aggiungere i 5 crediti della prima lingua straniera (Inglese).

## Piano degli studi per il conseguimento del titolo di II livello

### QUARTO ANNO

#### 1° PERIODO DIDATTICO

Moduli didattici

Fisica generale III

Costruzione di strade, ferrovie e aeroporti II

Geotecnica II

Scienza delle costruzioni II

Crediti

3

5

5

5

#### 2° PERIODO DIDATTICO

Moduli didattici

Tecnologia dei materiali e chimica applicata II

Fisica tecnica ambientale II

Architettura tecnica II

Topografia II

Crediti

5

5

5

5

#### 3° PERIODO DIDATTICO

Moduli didattici

Teoria e progetto delle costruzioni in c.a. e  
in c.a. precompresso I

Progetto multidisciplinare

(stradale-idraulico o edilizio o strutturale)

SCelta STUDENTI

Crediti

5

5

5

10

### QUINTO ANNO

#### 1° PERIODO DIDATTICO

Moduli didattici

Costruzioni idrauliche

SCelta STUDENTI

Crediti

5

15

#### 2° PERIODO DIDATTICO

Moduli didattici

Impianti elettrici

Programmazione e costi in edilizia

SCelta STUDENTI

Crediti

5

5

10

#### 3° PERIODO DIDATTICO

Moduli didattici

Tirocinio e Tesi di laurea

SCelta STUDENTI

Crediti

20

(10 crediti al 3° periodo didattico del quarto anno e 25 crediti al quinto anno)

**SPECIALIZZAZIONE EDILE**

**QUARTO ANNO**

**3° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Tecnica urbanistica

Ergotecnica edile

**Crediti**

5

5

**QUINTO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Storia dell'architettura I

Caratteri costruttivi e distributivi degli edifici

**Crediti**

5

10

**2° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Storia dell'architettura II

Architettura e composizione architettonica

**Crediti**

5

5

**OPPURE**

**1° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Caratteri costruttivi e distributivi degli edifici

Tecnica del controllo ambientale I

**Crediti**

10

5

**2° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Storia dell'architettura II

Tecnica del controllo ambientale II

**Crediti**

5

5

**SPECIALIZZAZIONE INFRASTRUTTURE TERRITORIALI**

**QUARTO ANNO**

**3° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Idrologia

*Crediti*

10

**QUINTO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Infrastrutture idrauliche II

Impianti speciali idraulici II

*Crediti*

5

10

**2° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Fotogrammetria

*Crediti*

10

**OPPURE**

**QUARTO ANNO**

**3° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Tecnica ed economia dei trasporti II

Tecnica urbanistica

*Crediti*

5

5

**QUINTO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Cantieri e impianti per infrastrutture

Pianificazione dei trasporti

*Crediti*

5

10

**2° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Fotogrammetria

oppure

Progettazione di sistemi di trasporto

*Crediti*

10

10

**SPECIALIZZAZIONE STRUTTURE-GEOTECNICA**

**QUARTO ANNO**

**3° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Progetto di strutture	5
Meccanica computazionale delle strutture	5

**QUINTO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Meccanica delle rocce	10
Teoria e progetto delle costruzioni in c.a. e in c.a. precompresso II	5

**2° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Teoria e progetto di ponti	10

OPPURE

**QUARTO ANNO**

**3° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Dinamica dei terreni	5
Ingegneria geotecnica dei terremoti	5

**QUINTO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Meccanica delle rocce	10
Teoria e progetto delle costruzioni in c.a. e in c.a. precompresso II	5
oppure	
Ingegneria sismica	5

**2° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Fondazioni	10

Ai crediti complessivi così come riportati sono da aggiungere i 2 crediti della seconda lingua straniera.

Gli studenti che nel corso degli studi per il conseguimento del titolo di I livello non hanno opzionato gli specifici moduli "advanced" previsti per la prosecuzione nel II livello (Metodi matematici per l'ingegneria I e II e Idrraulica II), devono assolvere il debito formativo nel corso del quarto anno. In tal caso le SCELTE STUDENTI possono ricomprendere le discipline già svolte nel curriculum precedente in corrispondenza delle mancate scelte "advanced".

**CORSO DI STUDI IN INGEGNERIA ELETTRONICA**

**Piano degli studi per il conseguimento del titolo di I LIVELLO**

**PRIMO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Calcolo per ingegneri	Crediti	9
Chimica per l'ingegneria		5
Orientamento all'ingegneria e cultura europea		2

**2° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Algebra lineare per ingegneri	Crediti	5
Metodi matematici e statistici		5
Meccanica		5
Elettromagnetismo e ottica		4

**3° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Elettrotecnica I e II	Crediti	10
Programmazione (modulo base)		6
Elementi di informatica		3
Progetto multidisciplinare		3

**SECONDO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Dispositivi elettronici	Crediti	5
Calcolatori elettronici I		5
Teoria dei segnali		5
Modulo interdiscipl. su reti di calcolatori		5

**2° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Controlli automatici	Crediti	10
Teoria dei circuiti elettronici		5
Elettronica applicata		5

**3° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Misure elettroniche	Crediti	5
Strumentazione elettronica di misura		5
Comunicazioni elettriche		5
Fondamenti di economia applicata all'ingegneria		4

**TERZO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Campi elettromagnetici I	5
Tecnologie e materiali per l'elettronica	5
Reti logiche	5
X (1)	5

**2° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Campi elettromagnetici II	5
Elettronica digitale	5
Y (1)	5
Z (1)	5

**3° PERIODO DIDATTICO (per il conseguimento di un titolo professionalizzante)**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Tirocinio ed esame finale	19

**3° PERIODO DIDATTICO (per il proseguimento nel II livello senza debiti formativi)**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Complementi di matematica II	5
Teoria dei segnali digitali	5
Elaborato ed esame finale	9

X, Y e Z sono moduli didattici a scelta, su un elenco che sarà successivamente fornito, per lo studente che intende conseguire un titolo professionalizzante; per lo studente che intende proseguire gli studi per il conseguimento del titolo di II livello senza debito formativo sono invece così individuati:

X =	Complementi di teoria dei circuiti	5 crediti
Y =	Complementi di matematica I	5 crediti
Z =	Complementi di campi elettromagnetici	5 crediti

## Piano degli studi per il conseguimento del titolo di II LIVELLO

### QUARTO ANNO

#### 1° PERIODO DIDATTICO

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Calcolo numerico	5
Programmazione avanzata	5
Elettronica dei sistemi digitali	5
Sistemi di radiocomunicazione	5

#### 2° PERIODO DIDATTICO

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Antenne e telerilevamento	5
X1 (2)	5
Microelettronica I	5
<i>oppure</i>	
Elettronica lineare delle microonde	5
<i>oppure</i>	
Optoelettronica I	5
Microelettronica II	5
<i>oppure</i>	
Elettronica non lineare delle microonde	5
<i>oppure</i>	
Optoelettronica II	5

#### 3° PERIODO DIDATTICO

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Complementi di reti logiche	5
Compatibilità elettromagnetica	5
Reti di telecomunicazione	5
X2 (2)	5

#### 4° PERIODO DIDATTICO

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Controlli automatici	5
Tecnica dei circuiti integrati	5
Elettronica applicata	5

#### 5° PERIODO DIDATTICO

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Microelettronica	5
Sistemi di telecomunicazione	5
Circuiti integrati	5
Progettazione di sistemi applicati all'ingegneria	5

## QUINTO ANNO

### 1° PERIODO DIDATTICO

Moduli didattici

SCELTA STUDENTI (2)

Crediti

20

### 2° PERIODO DIDATTICO

Moduli didattici

SCELTA STUDENTI (2)

SCELTA STUDENTI (2)

oppure

Attività per la tesi

Crediti

10

10

10

### 3° PERIODO DIDATTICO

Moduli didattici

Attività per la tesi

Crediti

20

I moduli didattici X1 e X2, nonché quelli previsti dalla SCELTA STUDENTI sono da scegliere da un apposito elenco che sarà in seguito fornito.

Sono previste due tipologie di tesi: una richiede maggiore impegno e permette il riconoscimento di 30 crediti, l'altra, con impegno inferiore, permette il riconoscimento di 20 crediti.

**CORSO DI STUDI IN INGEGNERIA MECCANICA**

**Piano degli studi per il conseguimento del titolo di I LIVELLO**

**PRIMO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Calcolo per ingegneri	9
Orientamento all'ingegneria e cultura europea	2
Introduzione all'informatica	4
Metodi di comunicazione tecnica	3

**2° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Algebra lineare per ingegneri	5
Metodi probabilistici e statistici	5
Meccanica	5
Elettromagnetismo e ottica	4

**3° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Chimica per l'ingegneria	6
Fondamenti di economia applicata all'ingegneria	4
Elettrotecnica	4
Progetto multidisciplinare (1)	3

**SECONDO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Macchine elettriche	4
Meccanica dei fluidi	5
Materiali per l'ingegneria	7

**2° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Fondamenti di meccanica teorica e applicata	5
Fondamenti e applicazioni di termodinamica	5
Economia e produzione industriale	4
Disegno tecnico industriale	5

**3° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Meccanica applicata alle macchine	5
Trasmissione del calore, acustica, illuminazione	5
Comportamento meccanico dei materiali	5
Progetto multidisciplinare (1)	5

## TERZO ANNO

### 1° PERIODO DIDATTICO

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Macchine	7
Tecnologia meccanica	7
Meccanica sperimentale	5
Impianti industriali	5

### 2° PERIODO DIDATTICO

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Sistemi energetici	5
Qualità e metrologia industriale	5
Elementi costruttivi delle macchine	7
X (2)	

### 3° PERIODO DIDATTICO (per il conseguimento di un titolo professionalizzante)

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Tirocinio e relazione tecnica	15+5

### 3° PERIODO DIDATTICO (per il proseguimento nel II livello senza debiti formativi)

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Modelli matematici per l'ingegneria II	6
Meccanica dei continui	7
Progetto multidisciplinare e relazione tecnica	5

Il Progetto multidisciplinare consiste in un'attività di studio/sperimentazione condotta dallo studente su tema assegnato, intesa ad accertare il grado di maturazione delle metodologie e delle nozioni apprese in corso d'anno, nell'ambito di più moduli didattici.

X è individuata nel modulo **Modelli matematici per l'ingegneria I (7 crediti)** per lo studente che intende proseguire gli studi per il conseguimento del titolo di II livello senza debito formativo; per lo studente che intende conseguire un titolo professionalizzante è invece una scelta fra i seguenti moduli:

Automazione industriale	5 crediti
Progettazione assistita di strutture meccaniche	5 crediti
Automazione a fluido	5 crediti
Valutazione e gestione dei rischi nell'ambiente di lavoro	5 crediti

Ai crediti complessivi così come riportati sono da aggiungere i 5 crediti della prima lingua straniera (Inglese).

## Piano degli studi per il conseguimento del titolo di II LIVELLO

Saranno attivati i seguenti tre indirizzi:

**Costruzioni**  
**Energia**  
**Produzione**

### QUARTO ANNO

Lo studente deve scegliere 6 dei seguenti insegnamenti, tre dei quali "obbligatori di indirizzo":

Complementi di macchine  
Costruzione di macchine  
Studi di fabbricazione  
Analisi sperimentale delle tensioni/Metallurgia meccanica  
Progettazione assistita di sistemi meccanici  
Regolazione e controllo dei sistemi meccanici  
Gestione industriale della qualità  
Meccanica delle vibrazioni  
Impianti termotecnici  
Programmazione e controllo della produzione

Gli insegnamenti obbligatori per gli indirizzi sono di seguito riportati:

**Costruzioni**  
Costruzione di macchine  
Progettazione assistita di sistemi meccanici  
Analisi sperimentale delle tensioni/Metallurgia meccanica

**Energia**  
Complementi di macchine  
Impianti termotecnici  
Regolazione e controllo dei sistemi meccanici

**Produzione**  
Studi di fabbricazione  
Gestione industriale della qualità  
Programmazione e controllo della produzione

## **QUINTO ANNO**

Lo studente deve scegliere 6 dei seguenti insegnamenti, due dei quali "obbligatori di indirizzo":

Principi e metodologie della progettazione meccanica  
Sperimentazione sulle macchine  
Affidabilità e sicurezza delle costruzioni meccaniche  
Gestione aziendale  
Oleodinamica e pneumatica  
Tecnica del controllo ambientale  
Meccanica dei robot  
Meccatronica  
Impianti meccanici  
Economia e organizzazione aziendale

Gli insegnamenti obbligatori per gli indirizzi sono di seguito riportati:

### **Costruzioni**

Principi e metodologie della progettazione meccanica  
Affidabilità e sicurezza delle costruzioni meccaniche

### **Energia**

Sperimentazione sulle macchine  
Oleodinamica e pneumatica

### **Produzione**

Impianti meccanici  
Economia e organizzazione aziendale

**N.B. L'ELENCO DEGLI INSEGNAMENTI NON È DEFINITIVO E POTRÀ ESSERE MODIFICATO IN RELAZIONE ALLE DELIBERE DELLA FACOLTÀ.**

**PIANO DEGLI STUDI DEL DIPLOMA UNIVERSITARIO  
IN INGEGNERIA ENERGETICA PER GLI STUDENTI ISCRITTI  
AL 1° ANNO**

**PRIMO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Calcolo per ingegneri	Crediti	9
Orientamento all'ingegneria e cultura europea		2
Introduzione all'informatica		4
Metodi di comunicazione tecnica		3

**2° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Algebra lineare per ingegneri	Crediti	5
Metodi probabilistici e statistici		5
Meccanica		5
Elettromagnetismo e ottica		4

**3° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Chimica per l'ingegneria	Crediti	6
Fondamenti di economia applicata all'ingegneria		4
Elettrotecnica		4
Progetto multidisciplinare		3

**SECONDO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Macchine elettriche	Crediti	4
Meccanica dei fluidi		5
Materiali per l'ingegneria		7
Economia e organizzazione dei servizi		4

**2° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Fondamenti di meccanica teorica e applicata	Crediti	5
Fondamenti e applicazioni di termodinamica		5
Ingegneria chimica ambientale		5
Disegno tecnico industriale		5

**3° PERIODO DIDATTICO**

*Moduli didattici*

Misure meccaniche e termiche	Crediti	5
Trasmissione del calore, acustica, illuminazione		5
Comportamento meccanico dei materiali		5
Progetto multidisciplinare		3

**ORIENTAMENTO SISTEMI E IMPIANTI**

**TERZO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Macchine	7
Sistemi elettrici per l'energia I	2
Fonti di energia non convenzionali	4
Impianti termotecnici	5
Protezione e impatto amb. dei sistemi energetici	5

**2° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Sistemi energetici	5
Sistemi elettrici per l'energia II	3
Metodi e tecnologie per il risparmio energetico	4
Elettronica applicata	4
Diagnostica e collaudo degli impianti energetici	4

**3° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Tirocini	15
Monografia	5

Ai crediti complessivi così come riportati sono da aggiungere i 5 crediti per il superamento dell'esame PET di lingua Inglese.

**ORIENTAMENTO SICUREZZA SUL LAVORO**

**TERZO ANNO**

**1° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Macchine	7
Sistemi elettrici per l'energia I	2
Elementi di diritto in materia di sicurezza, igiene sul lavoro e ambiente	4
Sicurezza antincendio e controllo ambientale	4
Tecnica della sicurezza elettrica	4

**2° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Sistemi energetici	5
Fondamenti di medicina e igiene del lavoro	4
Valutazione e gestione di rischi nell'ambiente di lavoro	5
Sicurezza e analisi di rischio	4
Sicurezza delle costruzioni meccaniche	4

**3° PERIODO DIDATTICO**

<i>Moduli didattici</i>	<i>Crediti</i>
Tirocini	15
Monografia	5

Ai crediti complessivi così come riportati sono da aggiungere i 5 crediti per il superamento dell'esame PET di lingua Inglese.

**Note particolari**

Gli studenti iscritti al primo anno del Diploma Universitario in Ingegneria Energetica seguono il calendario, che prevede tre periodi didattici, relativo al primo anno dei Corsi di studio in Ingegneria attivati dal corrente anno accademico.

## Piano degli studi del Diploma Universitario in Ingegneria Energetica per gli studenti iscritti al 2° e 3° anno

Anno	1° periodo didattico		2° periodo didattico	
1	6310J	Istituzioni di matematiche I	6320J	Istituzioni di matematiche III
	6315J	Istituzioni di matematiche II	6045J	Calcolo numerico/ Statistica matematica
	6065J	Chimica	6220J	Fisica generale I
	6137J	Economia applicata all'ingegneria	6225J	Fisica generale II
	6296J	Informatica di base	6465J	Tecnologia dei materiali e chimica applicata
		CP007	Lingua straniera	
2	6085J	Comportamento meccanico dei materiali	6325J	Macchine
	6150J	Fondamenti di meccanica teorica e applicata	6440J	Sistemi energetici
	6533J	Termodinamica e fondamenti di energetica	6438J	Sistemi elettrici per l'energia
	6534J	Trasmissione del calore e fluidodinamica	6133J	Economia e organizzazione dei servizi
	6190J	Elettrotecnica	Y 1	
	CP005	Energia e società	CP003	Cultura europea Pre-stage di cultura aziendale (Visite guidate)
3	6377J	Misure meccaniche e termiche	6527J	Tirocinio I
	6300J	Ingegneria chimica ambientale	6531J	Tirocinio II
	CP010	Trasferimento tecnologico e innovazione nella piccola impresa	CP006	Risorsa umana nel lavoro organizzato
	Y 2		Y 5	
	Y 3		Y 6	
	Y 4		Y 7	

### Orientamento Sistemi e Impianti

Y 1	6330J	Macchine elettriche
Y 2	6686J	Protezione e impatto ambientale dei sistemi energetici
Y 3	6131J	Disegno tecnico industriale/Tecnologia meccanica
Y 4	6295J	Impianti termotecnici
Y 5	6508J	Metodi e tecnologie per il risparmio energetico
Y 6	6158J	Elettronica applicata
Y 7	6116J	Diagnostica e collaudo degli impianti energetici

### Orientamento Sicurezza sul Lavoro

Y 1	6696J	Tecnica della sicurezza elettrica
Y 2	6690J	Sicurezza e analisi di rischio
Y 3	6667J	Elementi di diritto in materia di sicurezza, igiene sul lavoro e ambiente
Y 4	6688J	Sicurezza antincendio e controllo ambientale
Y 5	6698J	Valutazione e gestione dei rischi nell'ambiente di lavoro
Y 6	6689J	Sicurezza delle costruzioni meccaniche
Y 7	6672J	Fondamenti di medicina e igiene del lavoro

N.B. Gli studenti che si iscrivono al 3° anno nell'anno accademico 1998/99, conseguiranno il Diploma in Ingegneria Energetica – Orientamento "Sicurezza sul lavoro" – avendo sostenuto l'esame di Macchine elettriche al posto di Tecnica della sicurezza elettrica.

### **Note particolari**

Gli studenti iscritti al 2° e 3° anno del Diploma Universitario in Ingegneria Energetica seguono, a partire dal corrente anno accademico, il calendario didattico previsto per i Corsi di laurea in Ingegneria. Essi devono, pertanto, attenersi alle date e scadenze ivi riportate per iscrizioni, lezioni, sessioni di esami di profitto (con esclusione di anticipi e prolungamenti) e sessioni di diploma (per le corrispondenti sessioni di esami di laurea).

Per completezza di informazione si riportano nel seguito alcuni paragrafi contenenti disposizioni specifiche per i diplomi universitari.

#### **Iscrizione in qualità di studente regolare**

Per ottenere l'iscrizione al secondo anno di un Corso di Diploma Universitario gli studenti devono aver ottenuto le attestazioni di frequenza per tutti i moduli didattici del primo anno e aver superato esami corrispondenti ad almeno 7 moduli didattici.

Per iscriversi al terzo anno di corso gli studenti devono aver ottenuto le attestazioni di frequenza per tutti i moduli didattici del secondo anno e aver superato esami corrispondenti a 16 moduli didattici, di cui almeno 8 del primo anno.

#### **Iscrizione in qualità di studente ripetente**

Sono considerati ripetenti gli studenti che non hanno ottenuto le attestazioni di frequenza per tutti gli insegnamenti dell'anno precedente e gli studenti che, non potendosi iscrivere all'anno successivo per difetto di esami superati, chiedono di anticipare la frequenza ad alcuni moduli didattici del curriculum successivo.

L'unico vincolo sulla richiesta di anticipo è che la somma di moduli da frequentare (frequenze di cui lo studente è eventualmente in debito più quelle che intende anticipare) con il numero di esami di cui lo studente è in debito non può essere superiore a 8. E' fatta comunque salva la verifica da parte del Consiglio di Corso di Diploma, o di un suo delegato, della coerenza del particolare curriculum che viene così a formarsi.

La richiesta di anticipo di moduli didattici va presentata unitamente all'iscrizione.

Gli studenti ripetenti devono presentare alla Segreteria Studenti, nel periodo **23 agosto - 29 ottobre**, gli stessi documenti e pagare le stesse tasse degli studenti in corso (vedi modalità di iscrizione ad anni successivi al primo).

#### **Iscrizione in qualità di studente fuori corso**

Sono considerati fuori corso gli studenti che:

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

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

## Frequenza

La frequenza ai corsi è obbligatoria. Essa viene accertata da ciascun docente secondo modalità concordate con il proprio Consiglio di Corso di Diploma. Per ottenere l'attestazione di frequenza, necessaria per l'ammissione agli esami, gli studenti devono avere presenziato ad almeno il 70% delle lezioni e delle esercitazioni di ciascun modulo didattico.

## Esami di profitto

Gli esami di profitto riguardano tutti i moduli didattici, previsti nel Regolamento Didattico del Politecnico di Torino e nel Manifesto degli Studi, che lo studente deve superare prima di sostenere l'esame di diploma.

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

Gli esami relativi ai vari Moduli Didattici avvengono anche sulla base di accertamenti distribuiti che si terranno durante lo svolgimento dei corsi.

Le valutazioni sono espresse in trentesimi.

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

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

*Gli statini sono rilasciati a partire da una settimana prima dell'inizio della sessione d'esame ed hanno validità per tutta la durata della stessa.*

Sono previste tre sessioni d'esame, una al termine di ciascuno dei due semestri e una prima dell'inizio dell'anno accademico successivo. **Nel corso della stessa sessione non è possibile ripetere l'esame fallito.**

Per l'anno accademico 1999/2000 gli esami di profitto si svolgono nelle seguenti sessioni:

Sessione	Appelli	Date
1ª Sessione	2 relativi a M.D. del 1° p.d. 1 relativo a M.D. del 2° p.d. già frequentati	dal 17/01/2000 al 26/02/2000
2ª Sessione	2 relativi a M.D. del 2° p.d. 1 relativo a M.D. del 1° p.d. già frequentati	dal 12/06/2000 al 22/07/2000
3ª Sessione	2 relativi a M.D. già frequentati	dal 28/08/2000 al 23/09/2000

### **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 D.U. 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.

Gli esami di diploma si effettuano presso le sedi di svolgimento dei corsi e degli esami di profitto. Le date esatte dello svolgimento delle prove vengono esposte nella bacheca della Presidenza di Facoltà.

Per gli esami di diploma, sono previste le seguenti sessioni:

1 <sup>a</sup>	mese di febbraio	turno unico
2 <sup>a</sup>	mese di maggio mese di luglio	1° turno 2° turno
3 <sup>a</sup>	mese di ottobre mese di dicembre	1° turno 2° turno

### **Documentazione richiesta**

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

domanda indirizzata al Rettore;

il libretto di iscrizione e il tesserino magnetico;

quietanza comprovante l'avvenuto versamento della somma di L. 50.000, corrispondente al costo del diploma e all'imposta di bollo assolta in modo virtuale. I versamenti possono essere effettuati utilizzando il bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria o servendosi della propria tessera BANCOMAT ed utilizzando i terminali P.O.S. di cui sono forniti tutti gli sportelli della Segreteria stessa;

modulo, in distribuzione presso la Segreteria centrale o decentrata, con l'indicazione dell'argomento della monografia svolta, firmato dai relatori.

Le monografie devono essere redatte su fogli di formato Uni A4 usando una densità di scrittura corrispondente a 35 righe di 60 battute.

Una copia della monografia, firmata dai relatori, deve essere consegnata alla Presidenza di Facoltà 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 ha preso iscrizione.

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 Studenti. **Le scadenze sono inderogabili.**

**FAC-SIMILE DOMANDA  
D'ESAME DI DIPLOMA**

AL RETTORE DEL POLITECNICO  
DI TORINO

Matricola n° .....

Il sottoscritto ..... nato a .....

(prov. di ..... ) CAP .....

via ..... n. .... Tel. .... finito il corso degli studi per  
il conseguimento del Diploma in ..... chiede di essere  
ammesso a sostenere nel prossimo (primo)/(secondo) turno della (prima, seconda o  
terza) sessione l'esame di diploma.

Il sottoscritto dichiara di aver superato tutti gli esami di profitto previsti dal piano di  
studi.

(1) Dichiara, inoltre, di voler presentare una monografia con il seguente titolo:

.....

i cui relatori sono i Professori .....

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

Allega alla presente:

Tesserino magnetico;

Libretto universitario;

Foglio bianco, contenente il titolo definitivo della monografia, firmato dal/i relato-  
re/i;

Ricevuta comprovante l'avvenuto versamento della somma di L. 50.000 comprensiva  
del costo del diploma universitario originale e dell'imposta di bollo relativa alla  
presente domanda;

Recapito in Torino: ..... Tel. ....

Torino, .....

Firma

.....

### **Lingue straniere**

Tutti gli studenti dei corsi di Diploma universitario iscritti per la prima volta al 1° anno a partire dall'anno accademico 1997/98 devono superare una prova di accertamento della conoscenza della lingua inglese che consiste nel **superamento dell'esame PET di Cambridge**.

Gli studenti che, a seguito di un test preliminare, non dimostreranno una conoscenza adeguata della lingua inglese dovranno obbligatoriamente seguire corsi di tale lingua fin dal primo anno di corso. In funzione del grado di conoscenza iniziale l'obbligo potrà riguardare uno, due o tre anni.

I corsi, della durata di 50 - 60 ore ciascuno, potranno essere intensivi, durare un semestre o anche tutto l'anno.

Per l'iscrizione ci si può rivolgere direttamente al CLAIV.

L'esame PET consente di ottenere un certificato valido in tutta Europa, rilasciato dall'Università di Cambridge (Inghilterra). Il P.E.T. si può sostenere presso una delle sedi autorizzate (responsabile in Torino: Sig. ra Gunzi Danile, via Susa n. 3), oppure presso il Politecnico.

A tutti gli studenti è consentito, per assolvere all'obbligo della prova, presentare come sostitutivo uno dei seguenti certificati d'esame:

- Preliminary English Test
- First Certificate in English
- Certificate in Advanced English
- Certificate of Proficiency in English
- T.O.E.F.L. con almeno 470 punti
- Trinity College Livello 7

# PROGRAMMI DEI CORSI DELLA II FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Prof. Gian Vincenzo Frascatoro

Prof. Maurizio Orlando

Prof. Luigi Cimmarù

Prof. Riccardo Marini

Coordinatore

I programmi dei corsi sono disponibili sulla base del sito Internet del Corso di Laurea e di corso di laurea

I programmi dei corsi sono predisposti sulla base dei testi forniti dai Consigli di settore e di corso di laurea.

*Presidente:* prof. Antonio Gugliotta

<i>Corso di laurea</i>	<i>Coordinatore</i>
Ingegneria civile	Prof. Riccardo Nelva
Ingegneria elettronica	Prof. Luigi Ciminiera
Ingegneria meccanica	Prof. Maurizio Orlando
Ingegneria energetica	Prof. Gian Vincenzo Fracastoro

Le competenze di chi consegue il Diploma o la Laurea in ingegneria Civile sono indirizzate verso le aree di progettazione edilizia e tecnologico costruttiva, di progettazione statico strutturale e geotecnica, di gestione dei lavori e delle opere di ingegneria civile con i corrispondenti risvolti di sicurezza e di costo, di progettazione dell'impiantistica civile, di progettazione delle infrastrutture idrauliche, del rilevamento topografico e fotogrammetrico, di progettazione delle strade e dei sistemi di trasporto.

La sua formazione avviene con un percorso didattico che nel terzo anno lascia la possibilità di optare tra il proseguimento degli studi e l'immediato affaccio nel mondo del lavoro.

Nei primi tre anni, con una preparazione di livello universitario ad ampio spettro, si perviene ad una figura culturale e professionale compiuta, rivolta al mondo del lavoro, individuata da: una solida cultura di base (affrontata al primo e in parte al secondo anno), una serie di nozioni applicative fondamentali e una serie di nozioni applicative specifiche e professionali, con una completezza adatta ad inserirlo in studi di progettazione, in uffici tecnici pubblici e privati, in cantieri di imprese di costruzioni, in industrie di componenti edilizi, ecc.

Al primo anno, oltre a discipline generali quali "orientamento all'ingegneria - cultura europea" e "economia dell'impresa", sono affrontati gli argomenti di matematica attraverso le discipline "calcolo per ingegneri", "metodi matematici-algebrici per ingegneri", "metodi matematici-statistici per ingegneri"; nonché i temi della fisica tramite la "meccanica" e l'"elettromagnetismo-ottica", della chimica con la "chimica per ingegneri". Sono inoltre insegnate alcune tecniche costituenti strumenti per l'ingegneria, quali "introduzione all'informatica", "disegno (civile)", "disegno automatico".

Al secondo e terzo anno, oltre ad ulteriori temi fondamentali (dell'area idraulica, della fisica tecnica, della meccanica teorica), sono affrontate le discipline applicative relative alla tecnologia dei materiali, all'elettrotecnica, alla scienza e tecnica delle costruzioni e geotecnica, alle infrastrutture e costruzioni idrauliche, all'architettura tecnica e produzione edilizia, alle costruzioni stradali, ai trasporti, alla topografia.

Sono previsti progetti interdisciplinari (banchi di prova per il metodo di lavoro e per le nozioni apprese) con concorso pratico di più discipline su argomento strutturale, edilizio, idraulico, stradale, dei trasporti, ecc. È possibile inoltre scegliere alcune discipline opzionali.

Nel biennio successivo, finalizzato alla formazione della figura del laureato caratterizzato da una formazione culturale professionale comprensiva della specializzazione, vengono riprese discipline di cultura di base al fine di migliorare gli strumenti necessari per supportare le discipline professionalizzanti specialistiche. Queste ultime discipline applicative sono finalizzate a fornire una elevata capacità progettuale ed una competenza approfondita e ben definita da offrire nel mondo del lavoro.

Le specializzazioni previste, corrispondentemente alle scelte degli studenti, si rivolgono verso le aree di progettazione edilizia civile e industriale, di progettazione tecnologico costruttiva, di progettazione statico strutturale e geotecnica, di progettazione dell'impiantistica civile, di progettazione delle opere civili idrauliche e di gestione e utilizzazione delle acque, del rilevamento topografico e fotogrammetrico, di progettazione delle strade e dei sistemi di trasporto e di pianificazione delle infrastrutture di trasporto.

Sono svolti progetti interdisciplinari sugli argomenti oggetto del curriculum.

Le competenze di chi consegue il Diploma o la Laurea in Ingegneria Elettronica sono relative alla progettazione di sistemi elettronici finalizzati a diversi campi di applicazione, ai diversi aspetti tecnologici, sistemistici e organizzativo-produttivi (producibilità, collaudabilità, ecc.). Lo spettro di conoscenze comprende l'architettura dei sistemi sia digitali che analogici, e spazia su tutta la catena di progettazione, dalla definizione e scelta delle architetture agli aspetti più legati alle tecnologie realizzative, comprendendo le tecniche di verifica per le varie fasi (strumenti di simulazione e di verifica dei progetti, metodi di analisi e collaudo).

Il corso di studi comprende materie di diversa estrazione:

- materie volte a fornire conoscenze scientifiche di base (Matematica, Fisica e Chimica), che sono concentrate nel 1° anno di corso, e che vengono riprese in moduli didattici di approfondimento solo per coloro che sono interessati a proseguire i propri studi verso la Laurea;
- materie volte a fornire conoscenze relative ad aspetti economici e sociali che sono diventate negli ultimi anni sempre più indispensabili per la formazione di tecnici che siano non solo preparati nel loro campo di competenze specifiche, ma anche pienamente in grado di muoversi nell'ambito di organizzazioni per lo più aziendali) complesse interagendo positivamente con soggetti di estrazioni culturali differenti; questo tipo di materie sono concentrate nel corso dei primi 3 anni,
- materie volte a fornire conoscenze di base relative ad altri campi dell'ingegneria, che hanno lo scopo di permettere una migliore comprensione dei sistemi complessi in cui nella realtà del lavoro ci si trova sempre a lavorare, e che richiedono apporti tecnici da varie branche dell'ingegneria; questo tipo di materie sono per lo più concentrate nel secondo ciclo di studi, e sono volte a fornire una visione di più ampio raggio sulle problematiche tecniche che sono una delle caratteristiche che distinguono il laureato rispetto al diplomato universitario;
- materie specificamente legate all'ingegneria elettronica, che hanno lo scopo di creare il necessario approfondimento tecnico che è alla base del bagaglio professionale di chi consegue un titolo universitario in Ingegneria elettronica, e che comunque dovrà essere continuamente aggiornato nel corso della vita professionale; queste materie sono distribuite sia nel primo che nel secondo ciclo di studi e possono essere ricondotte ai seguenti campi:
  - Informatica;
  - Sistemi di telecomunicazione;
  - Teoria dei circuiti elettronici, sia di tipo digitale che analogico, e relative tecnologie;
  - Campi elettromagnetici ed optoelettronica;
  - Teoria e strumentazione per le misure elettroniche;
  - Controlli automatici.

Accanto alla preparazione acquisita all'interno della Facoltà, è anche previsto che al termine del ciclo di studi del primo livello lo studente possa svolgere un periodo di stage formativo presso un'azienda, della durata di alcune settimane.

Il settore energetico è in continua evoluzione: le tecnologie di conversione dell'energia si rinnovano e si affinano nella ricerca di una migliore efficienza e di un più contenuto impatto ambientale, cercando risposte razionali alla necessità di garantire alla società uno sviluppo sostenibile. I diplomati in Ingegneria Energetica e i futuri possessori del titolo di I livello in Ingegneria Energetica avranno perciò una preparazione ingegneristica a largo spettro, che spazia dal settore degli impianti termici ed elettrici a quello chimico nuovo Ordinamento, a quello economico-gestionale, toccando temi di grande attualità come la sicurezza e l'ambiente. L'ingegnere energetico trova collocazione nelle aziende in cui gli aspetti energia, sicurezza e impatto ambientale sono cruciali, negli enti pubblici e privati che si occupano di pianificazione energetica e approvvigionamenti della risorsa energia, negli enti di ricerca e negli studi di progettazione termotecnica e impiantistica.

Il Corso di Diploma Universitario in Ingegneria Energetica, attivato per la prima volta in Italia nel 1994, è stato quest'anno sottoposto ad una importante revisione nell'ottica di un'organizzazione seriale dei corsi che consenta, successivamente, anche il conseguimento di un titolo di II livello.

Tale operazione ha comportato alcune modifiche al piano degli studi e, pertanto, l'attività didattica degli studenti che si iscrivono al 1° anno sarà articolata, nell'arco del triennio, in 34 moduli, due tirocini e una monografia finale, per complessivi 180 crediti. È stato mantenuto in 50 il numero programmato di accessi all'immatricolazione.

Sono previsti due diversi orientamenti, uno in "Sistemi e Impianti", l'altro in "Sicurezza sul lavoro", istituito di recente per venire incontro alle sempre più forti istanze che su questo tema provengono dal mondo del lavoro e dalle istituzioni. L'attivazione di un orientamento è subordinata alla presenza di almeno 5 studenti.

Il 2° e 3° anno del corso di studi in Ingegneria Energetica sono inseriti nel progetto CAMPUS (Corsi Avanzati Mirati alla Preparazione Universitaria per Sbocchi lavorativi), un progetto sostenuto dal Fondo Sociale Europeo che prevede moduli integrativi di scienze umane, cultura europea e cultura aziendale svolti con ampio ricorso a docenza extra-accademica, oltre a due tirocini obbligatori in azienda nel secondo semestre del terzo anno. Sono inoltre previste almeno 300 ore di attività pratiche di laboratorio, svolte all'interno della struttura universitaria o presso qualificati enti pubblici e privati.

Vengono infine offerti corsi di lingua inglese di livello diverso, per consentire di raggiungere la preparazione necessaria al superamento dell'esame PET (Preliminary English Test), che consentirà l'acquisizione di 5 crediti.

Per conseguire il Diploma Universitario occorre aver superato con esito positivo gli esami relativi ai moduli e ai tirocini ed aver sostenuto l'esame finale di diploma, basato sulla discussione di una monografia.

Il progetto didattico per i corsi di Ingegneria Meccanica è stato disegnato con lo scopo di formare figure professionali adeguate alle nuove istanze poste dalla realtà industriale italiana ed europea e di facilitare i programmi di interscambio con le scuole europee di Ingegneria.

Il progetto prevede la formazione di tre tipologie di figure professionali: il Diplomato in Ing. meccanica, il Laureato in Ing. meccanica e il Dottore in Ricerca.

Il Diploma Universitario è volto a formare tecnici con preparazione di livello universitario ad ampio spettro, qualificati anche per svolgere attività di supporto alla ricerca e per recepire e gestire l'innovazione adeguandosi all'evoluzione scientifica e tecnologica. Il diploma di Laurea è volto a formare tecnici di elevata preparazione culturale e professionale in un ampio settore scientifico e tecnico, qualificati per svolgere e gestire attività connesse con la ricerca e la progettazione e per promuovere e sviluppare l'innovazione tecnologica. Infine il Dottorato in Ricerca è volto a formare una figura professionale che oltre ai requisiti del laureato abbia la capacità di condurre autonomamente progetti di ricerca articolati e di gestirne le attività.

La scelta fermarsi/proseguire è stata lasciata all'ultimo periodo del terzo anno di studi, quando si pensa che lo studente abbia ormai maturato l'esperienza sufficiente per consentirgli una scelta consapevole sul livello finale di studio a cui tendere, in base alle proprie attitudini, alle proprie necessità e alle proprie aspettative di carriera.

In particolare, nel corso del terzo anno, tutti gli iscritti hanno la facoltà di optare per il proseguimento degli studi (mediante la frequenza di moduli di insegnamenti "ad hoc" ed il superamento dei relativi esami), oppure entrare subito nel mondo del lavoro dopo un'attività di tirocinio, nel corso dell'ultimo quadrimestre.

Nel primo triennio il comune approccio formativo è stato pensato in modo tale da facilitare nello studente la messa a punto di un metodo di studio tale da conferirgli una effettiva capacità di "formazione continua" anche dopo la conclusione degli studi; inoltre si è voluto tutelare un approccio didattico teso a formare un ingegnere meccanico dotato di cultura ad ampio spettro e di caratteristiche interfunzionali tali da consentirgli di orientare la propria attività di lavoro secondo le esigenze che possono emergere dal rapporto con il tessuto socio economico dell'ambiente e di collaborare efficacemente con ingegneri e tecnici di altra area culturale. Per conseguire questi obiettivi è stato necessario riformulare la didattica e la gestione del carico di lavoro per lo studente. Nelle lezioni vengono illustrati gli argomenti dal punto di vista teorico ma già marcadone gli aspetti applicativi, mentre, a latere di esercitazioni di tipo tradizionale, verrà svolta una consistente attività di studio assistito in aula. L'impianto generale vedrà lo studente meno impegnato in lezioni ed esercitazioni e più attivamente impegnato nello studio assistito ed autonomo. Inoltre è previsto che l'allievo sviluppi nell'ultimo quadrimestre dei primi tre anni e con la guida di un tutore, un "Progetto multidisciplinare" che costituisce un banco di prova per il metodo di lavoro e per le nozioni apprese.

Il successivo biennio di Laurea vede lo studente impegnato in un percorso a filiera verticale. Ciascuna filiera sarà dedicata allo sviluppo di un particolare aspetto dell'ingegneria meccanica. La Facoltà intende promuovere filiere innovative di specializzazioni in settori ingegneristici di avanguardia come la prototipazione virtuale e la simulazione dei processi.

Anno 2

OB: matematica, matematica, matematica, matematica

PERIODI DIDATTICI

La lezione e gli esami avranno luogo nei seguenti periodi:

	1° periodo	2° periodo	3° periodo	4° periodo	5° periodo
Algebra Lineare	L	M	M	M	M
Geometria (Vettori)	L	M	M	M	M
Geometria (Superfici)	L	M	M	M	M
Algebra Lineare (Matrici)	L	M	M	M	M

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI PRIMO ANNO

## PROGRAMMA

Elementi di equazioni lineari. Matrici e determinanti, matrici invertibili. Matrici simmetriche, matrici ortogonali. Spazi vettoriali, linearità e indipendenza lineare. Base, cambiamento di base. Autovalori e autovettori, diagonalizzazione. Diagonalizzazione di matrici simmetriche. Sistemi lineari per il calcolo di autovalori e autovettori. Classificazione delle coniche, ellisse, iperbole e parabole di equazioni differenziali ordinarie. Matrici superomogenee, metodi numerici, soluzioni di serie, punti, sfere, coni, cilindri e superfici di rotazione. Geometria delle curve, piano tangente, piano osculatore, curvatura.

IL CALCOLO: Metodi numerici per il calcolo di autovalori e autovettori. Diagonalizzazione di matrici. Soluzione di problemi.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Uso del laboratorio e  
Uso del Computer.

## BIBLIOGRAFIA

Manuale didattico di matematica.

## ESAMI

Esami  
Periodi di esami: periodi 2-4-5

## CORSO DI AZZERAMENTO DI MATEMATICA

Nel mese di settembre avrà luogo un corso di azzeramento di Matematica; per informazioni rivolgersi alla Segreteria della Facoltà.

### PERIODI DIDATTICI

Le lezioni e gli esami avranno luogo nei seguenti periodi:

1° periodo		2° periodo		3° periodo		4° periodo		5° periodo	
10	E	10	E	10	E	E	E	E	
settimane	S	settimane	S	settimane	S	S	S	S	
di lezioni	A	di lezioni	A	di lezioni	A	A	A	A	
	M		M		M	M	M	M	
	I		I		I	I	I	I	



# CALCOLO PER INGEGNERI

(Corso di Ingegneria Civile, Elettronica, Energetica e Meccanica)

Anno: 1

Periodo: 1

Impegno (ore totali)

lezione, esercitazione, laboratorio: 100

Crediti: 9

Docente:

**Fabio FAGNANI** (tel. 564.7537; e-mail: fagnani@calvino.polito.it)

## **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Fornire gli elementi di base dell'analisi matematica che saranno utilizzati negli altri corsi di matematica, fisica ed ingegneria.

## **REQUISITI**

Corso di azzeramento di Matematica

## **PROGRAMMA**

Descrizione dettagliata degli argomenti: gli insiemi numerici di base: numeri interi, razionali, reali e complessi. Vettori in due e tre dimensioni. Successioni e serie numeriche. Metodi iterativi. La funzione esponenziale. Funzioni di una variabile reale: limiti, continuità, derivate. Calcolo differenziale e studio di funzioni. Massimi e minimi. Cenni a funzioni di più variabili. Integrazione secondo Riemann. Il teorema fondamentale del calcolo integrale. Le tecniche di integrazione. Calcolo di aree, volumi, baricentri. Elementi di equazioni differenziali. Equazioni lineari del primo e secondo ordine. Elementi di approssimazione numerica.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

*Uso del Computer:* MATLAB

*Uso del Laboratorio:* MATLAB

## **BIBLIOGRAFIA**

Materiale didattico da stabilire

## **ESAME**

Scritto e/o orale.

*Periodi di accertamento:* 1-4-5

# CHIMICA PER INGEGNERIA

(Corso di Ingegneria Elettronica)

Anno: 1	Periodo: 1
Impegno (ore totali)	lezione/esercitazione/laboratorio: 50
Crediti: 5	
Docente:	<i>da nominare</i>

---

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire le basi necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e di mostrare la stretta relazione tra questi e gli aspetti di base delle tecnologie dei materiali.

*Progetto:* possibile partecipazione al progetto multidisciplinare

## REQUISITI

Corso di azzeramento di Matematica

## PROGRAMMA

Atomi, molecole, legame chimico. Configurazioni elettroniche.

Sistema periodico degli elementi. Nomenclatura, reazioni chimiche e stechiometria.

Lo stato gassoso: leggi dei gas, gas reali ed ideali.

Lo stato solido: reticoli cristallini, cella elementare, soluzioni solide.

Aspetti energetici delle reazioni chimiche.

L'equilibrio chimico omogeneo ed eterogeneo. Equilibri in soluzione. Acidi e basi, pH, idrolisi.

Elettrochimica: elettrodi e potenziali di elettrodo, serie elettrochimica, elettrolisi, pile, accumulatori.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni numeriche in aula.

## BIBLIOGRAFIA

A. Sacco: Fondamenti di chimica, Casa Editrice Ambrosiana

L. Calligaro, A. Mantovani: Fondamenti di Chimica per l'Ingegneria, Cortina Editore

Materiale integrativo potrà essere reso disponibile durante il corso

## ESAME

Scritto + orale

*Periodi di accertamento:* 1-4-5

# CHIMICA PER INGEGNERIA

ex S0620, ex U0620, ex 6065J

(Corso di Ingegneria Civile, Energetica e Meccanica)

Anno: 1

Periodo: 3

Impegno (ore totali)

lezione/esercitazione/laboratorio: 70

Crediti: 6

Docente:

da nominare

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire le basi necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e di mostrare la stretta relazione tra questi e gli aspetti di base delle tecnologie dei materiali e della produzione di energia.

*Progetto:* possibile partecipazione al progetto multidisciplinare

## REQUISITI

Calcolo per ingegneri, Elettromagnetismo e ottica, Meccanica

## PROGRAMMA

Atomi, molecole, legame chimico. Configurazioni elettroniche.

Sistema periodico degli elementi. Nomenclatura, reazioni chimiche e stechiometria.

Lo stato gassoso: leggi dei gas, gas reali ed ideali.

Lo stato solido: reticoli cristallini, cella elementare, soluzioni solide.

Lo stato liquido: soluzioni di elettroliti e non elettroliti e loro proprietà.

Aspetti energetici delle reazioni chimiche (reazioni di combustione).

L'equilibrio chimico omogeneo ed eterogeneo. Acidi e basi, pH, prodotto di solubilità. Idrolisi.

Elettrochimica: elettrodi e potenziali di elettrodo, serie elettrochimica, elettrolisi, pile, accumulatori.

Elementi di chimica organica (idrocarburi).

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni sperimentali presso il Laboratorio Chimico della Facoltà ed esercitazioni numeriche in aula.

## BIBLIOGRAFIA

A.Sacco: Fondamenti di chimica, Casa Editrice Ambrosiana

L.Calligaro, A.Mantovani: Fondamenti di Chimica per l'Ingegneria, Cortina Editore

Materiale integrativo potrà essere reso disponibile durante il corso

## ESAME

Scritto + orale

*Periodi di accertamento:* 3-4-5



# DISEGNO AUTOMATICO

(Corso di Ingegneria Civile)

Anno: 1	Periodo: 3		
Impegno (ore totali)	20	esercitazione: 20	laboratorio: 20
Crediti: 5			
Docente:	da nominare		

---

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso è diretto a completare gli strumenti di base nel campo della rappresentazione nell'ambito dell'ingegneria civile, con specifico riferimento all'assistenza dell'elaboratore elettronico in tale campo.

## REQUISITI

Disegno (civile)

## PROGRAMMA

Teoria delle ombre, ombre nelle prospettive.

Proiezioni quotate e loro applicazioni in ambito di sistemi informativi territoriali.

Richiami alle geometrie strutture edilizie tradizionali e moderne (conformazioni delle strutture portanti dell'architettura).

Disegno automatico e correlazione con CAD e CAAD (metodologia di lavoro e strumenti di base per l'utilizzo del disegno assistito dall'elaboratore elettronico, con finalizzazione alla progettazione in campo civile).

Eidomatica, potenzialità e limiti del disegno assistito, norme e convenzioni, confronti tra sistemi 2D e sistemi 3D.

Unità centrali e periferiche tipiche di una postazione di lavoro per il disegno automatico, programmi per la grafica informatizzata.

Impostazione, visualizzazione, rappresentazione, editing, rendering, tracciamento, acquisizioni di informazioni grafiche.

Applicazioni bidimensionali e tridimensionali (logica di funzionamento Autodesk Autocad LT e 14, ecc.).

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

*Uso del Computer:* SI

*Uso del Laboratorio:* Laboratorio informatico di base, Laboratorio di disegno e progetto attrezzato per esercitazioni grafiche

## BIBLIOGRAFIA

Garzino G. Il disegno calcolato, Levrotto & Bella Ed. Torino, 1996

## ESAME

grafico

*Periodi di accertamento:* 3 (esame: 4,5)

# ELEMENTI DI INFORMATICA

(Corso di Ingegneria Elettronica)

Anno: 1	Periodo: 3
Impegno (ore totali)	20                      12
Crediti: 3	
Docente:	<b>Luigi CIMINIERA</b> (tel. 564.7027; e-mail: ciminiera@polito.it)

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Questo modulo ha il compito di fornire agli studenti le nozioni introduttive sulla struttura degli elaboratori e sulla rappresentazione delle informazioni al loro interno.

Questo modulo verrà svolto nel corso di circa 4 settimane nel 3° periodo didattico.

## REQUISITI

Calcolo per Ingegneri.

## PROGRAMMA

- Cenni sulla struttura interna e sul funzionamento dei sistemi di elaborazione.
- Cenni sulle caratteristiche generali del software di base.
- Tecniche per la rappresentazione interna delle informazioni.
- Cenni sull'algebra di Boole

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni sull'aritmetica binaria e sull'algebra di Boole.

## BIBLIOGRAFIA

P. Demichelis e E. Piccolo "Introduzione all'Informatica", McGraw-Hill.

G. Cena e altri "Esercizi di Fondamenti di Informatica", UTET.

## ESAME

Scritto

Periodi di accertamento: 3-4-5



# ELETTROTECNICA

(Corso di Ingegneria, Meccanica e Energetica)

Anno: 1                      Periodo: 3  
Impegno (ore totali)    lezione: 20      esercitazione: 20  
Crediti: 4  
Docente:                    **Michele PASTORELLI** (tel. 564.7139; e-mail: pastorem@athena.polito.it;)

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Scopo del corso è fornire le conoscenze di base per la comprensione dei fenomeni relativi all'impiego dell'energia elettrica in applicazioni di potenza a frequenza industriale.

## REQUISITI

Elettromagnetismo e Ottica

## PROGRAMMA

### CIRCUITI ELETTRICI

Modello circuitale dei fenomeni elettromagnetici, ipotesi fondamentale del modello circuitale, definizione di componente e classificazione dei componenti ideali, cenni ai componenti reali, leggi dei circuiti.

Teoremi di rete: teorema di sovrapposizione, teoremi dei circuiti equivalenti di Thevenin e di Norton, teorema di Millmann, trasformazioni energetiche nei circuiti e teorema di Tellegen.

Evoluzione dei circuiti nel tempo delle reti lineari tempo invarianti, richiami alla soluzione delle equazioni differenziali a coefficienti costanti, nozione di transitorio e regime, transitori nei circuiti del primo ordine, carica del condensatore e dell'induttore.

Regime sinusoidale, metodo simbolico, impedenza ed ammettenza, diagrammi vettoriali, fenomeno della risonanza ed antirisonanza, potenza nei circuiti in regime sinusoidale, potenza attiva e reattiva, rifasamento.

Sistema trifase, definizioni, generatori e carichi trifase, collegamenti a stella e triangolo, metodi di soluzione di circuiti trifase equilibrati, misura della potenza.

### CAMPI MAGNETICI

Campo magnetico statico e lentamente variabile, circuiti magnetici, riluttanza ed induttanza, mutua induttanza, energia nei circuiti magnetici lineari e non-lineari, induzione elettromagnetica, perdite nel ferro.

Bilancio energetico delle trasformazioni elettromeccaniche, principio dei lavori virtuali e calcolo di forze nei circuiti magnetici.

## BIBLIOGRAFIA

L. Olivieri, E. Ravelli "Principi ed applicazioni di Elettrotecnica" CEDAM, Padova.

## ESAME

Scritto ed orale

L'esame è composto da una prova scritta che potrà essere integrata da un colloquio orale.

*Periodo di accertamento:* 3-4-5.

# ELETTROTECNICA I

(Corso di Ingegneria Elettronica)

Anno: 1

Periodo: 3

Impegno (ore totali)

lezione: 40

esercitazione: 10 laboratorio: 6

Crediti: 5

Docente:

**Flavio CANAVERO** (tel. 564.4060; e-mail: canavero@polito.it);

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso intende fornire le metodologie generali per l'analisi lineare (anche automatica) dei circuiti elettrici.

Lo studente, durante il corso, dovrebbe acquisire l'abilità a risolvere manualmente i circuiti semplici, ad affrontare i circuiti più complessi con l'ausilio di un simulatore circuitale. Il metodo didattico privilegia l'induzione e l'utilizzazione di esempi: lo sviluppo di ogni argomento integra la trattazione con diversi esercizi, anche di calcolo, sui quali è sollecitato l'impegno attivo dell'allievo.

Per poter comprendere gli argomenti trattati nel corso sono necessarie le seguenti conoscenze:

1. Nozioni di elettrostatica
2. Trigonometria
3. Algebra dei numeri complessi
4. Calcolo differenziale e integrale
5. Rappresentazione grafica di funzioni di una variabile

## PROGRAMMA

- 1. Definizioni e leggi fondamentali: tensione, corrente, potenza, energia; leggi di Kirchhoff.
- 2. Modelli di bipoli ideali: generatori indipendenti e pilotati, resistori, operazionale, diodo.
- 3. Metodi elementari di analisi di reti resistive: partitori, sovrapposizione effetti, teoremi di Millmann, Thevenin, Norton.
- 4. Analisi dinamica delle reti del primo ordine.
- 5. Cenni ai metodi automatici di analisi delle reti: metodi dei nodi e delle maglie; teorema di Tellegen. Introduzione all'uso del programma SPICE.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

*Uso del Computer:*

*Uso del Laboratorio:*

Utilizzo del simulatore PSPICE per l'analisi numerica di reti elettriche.

## BIBLIOGRAFIA

Appunti presi a lezione

Ulteriori riferimenti bibliografici:

- 1) C. R. Paul, *Analysis of Linear Circuits*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1989.
- 2) M. Reed, R. Rohrer, *Applied Introductory Circuit Analysis*, Prentice Hall, 1999.
- 3) E. Scott, *An Introduction to Circuit Analysis: a System Approach*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1987.
- 4) R.E. Thomas, A.J. Rosa, *The Analysis and design of linear circuits*, Prentice Hall, 1994
- 5) Laurentini, A. R. Meo, R. Pomè, *Esercizi di Elettrotecnica*, Levrotto & Bella, Torino, 1975.
- 6) M. Biey, *Esercitazioni di Elettrotecnica*, CLUT, Torino, 1988.
- 7) M. Biey, *SPICE e PSPICE, Introduzione all'uso*, CLUT, Torino, 1993

## ESAME

Scritto

*Periodo di accertamento:* 3-4-5

# ELETTROTECNICA II

(Corso di Ingegneria Elettronica)

Anno: 1                      Periodo: 3  
Impegno (ore totali)    lezione: 40    esercitazione: 10    laboratorio: 6  
Crediti: 5  
Docente:                      **Flavio CANAVERO** (tel. 564.4060; e-mail: canavero@polito.it)

---

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso intende fornire le metodologie generali per l'analisi lineare (anche automatica) dei circuiti elettrici.

Lo studente, durante il corso, dovrebbe acquisire l'abilità a risolvere manualmente i circuiti semplici, ad affrontare i circuiti più complessi con l'ausilio di un simulatore circuitale. Il metodo didattico privilegia l'induzione e l'utilizzazione di esempi: lo sviluppo di ogni argomento integra la trattazione con diversi esercizi, anche di calcolo, sui quali è sollecitato l'impegno attivo dell'allievo.

Per poter comprendere gli argomenti trattati nel corso sono necessarie le seguenti conoscenze:

6. Nozioni di elettrostatica
7. Trigonometria
8. Algebra dei numeri complessi
9. Calcolo differenziale e integrale
10. Rappresentazione grafica di funzioni di una variabile

## REQUISITI

Elettrotecnica I

## PROGRAMMA

1. Analisi simbolica delle reti: fondamenti di Trasformata di Laplace, applicazione allo studio di transistori nei circuiti; funzioni di rete e loro proprietà.
2. Reti in regime sinusoidale: analisi con fasori, potenza complessa, adattamento, sistemi trifase, rifasamento.
3. Doppi bipoli: caratterizzazione matriciale, connessioni, reciprocità.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

*Uso del Computer:*

*Uso del Laboratorio:*

Utilizzo del simulatore PSPICE per l'analisi numerica di reti elettriche.

## BIBLIOGRAFIA

Appunti presi a lezione

*Ulteriori riferimenti bibliografici:*

1. C. R. Paul, *Analysis of Linear Circuits*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1989.
2. M. Reed, R. Rohrer, *Applied Introductory Circuit Analysis*, Prentice Hall, 1999.
3. D. E. Scott, *An Introduction to Circuit Analysis: a System Approach*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1987.
4. R.E. Thomas, A.J. Rosa, *The Analysis and design of linear circuits*, Prentice Hall, 1994  
A. Laurentini, A. R. Meo, R. Pomè, *Esercizi di Elettrotecnica*, Levrotto & Bella, Torino, 1975.
5. M. Biey, *Esercitazioni di Elettrotecnica*, CLUT, Torino, 1988.
6. M. Biey, SPICE e PSPICE, *Introduzione all'uso*, CLUT, Torino, 1993

## ESAME

Scritto

*Periodo di accertamento:* 3-4-5.

# FONDAMENTI DI ECONOMIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

(Corso di Ingegneria Civile, Energetica e Meccanica)

Anno: 1

Periodo: 3

Impegno (ore totali)

lezione, esercitazione: 40

Crediti: 4

Docente:

**Emilio PAOLUCCI** (tel. 564.7240, fax 564.7299;

e-mail: paolucci@athena.polito.it;)

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Fornire agli allievi una conoscenza di base degli aspetti economici e organizzativi delle imprese. Le esercitazioni sono mirate a favorire negli allievi l'applicazione pratica dei concetti teorici oggetto del corso.

## REQUISITI

Calcolo per ingegneri

## PROGRAMMA

- Concetti di base sull'impresa e la sua organizzazione; forme di mercato.
- Struttura e finalità del bilancio d'esercizio; l'analisi di bilancio.
- I costi aziendali ed il loro utilizzo nella valutazione dell'efficienza e nei processi decisionali.
- L'analisi degli investimenti: concetti di base, valutazione dei flussi di cassa, costo del capitale. Criteri di valutazione degli investimenti.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni in aula e presso LAIB sugli argomenti trattati a lezione.

## BIBLIOGRAFIA

S. Rossetto, Manuale di Economia e Organizzazione Aziendale, UTET Università, 1999.

E. Luciano, P. Ravazzi, I costi nell'impresa: teoria economica e gestione aziendale, UTET Libreria, 1996.

*Ulteriori riferimenti bibliografici:*

Materiale a cura del docente

## ESAME

scritto

*Periodi di accertamento:* 3, 4, 5

# INTRODUZIONE ALL'INFORMATICA

(Corso di Ingegneria Civile, Energetica e Meccanica)

Anno: 1

Periodo: 1

Impegno (ore totali)

lezione, esercitazione, laboratorio: 40

Crediti: 4

Docente:

**Luca DURANTE** (tel. 564.7078; e-mail: [durante@polito.it](mailto:durante@polito.it));

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso intende fornire agli allievi una presentazione di alcuni argomenti che costituiscono i fondamenti essenziali dell'informatica. I sistemi di elaborazione vengono illustrati nelle loro caratteristiche e potenzialità, incluso il contesto dei Personal Computer, allo scopo di fornire una visione sistemistica e generale di quegli strumenti informatici individuali che l'allievo si troverà ad utilizzare sia nella sua esperienza di studente sia nella sua esperienza professionale. Una notevole importanza viene data al ruolo ed alle potenzialità funzionali dei sistemi di elaborazione nelle diverse architetture ed applicazioni. Più concretamente, circa un quarto del corso verrà dedicato agli aspetti teorici che costituiscono i fondamenti di base dei sistemi informativi intesi nella loro accezione più ampia. Metà circa del corso viene dedicato all'illustrazione delle tecniche, delle problematiche e dei principi della programmazione, mediante l'uso di diagrammi di flusso e di linguaggi ad alto livello. Un quarto circa del corso verrà, infine, dedicato a fornire all'allievo i mezzi per impadronirsi delle tecniche necessarie per utilizzare efficacemente gli strumenti di software applicativo e di produttività oggi più diffusi nel mondo.

## REQUISITI

Calcolo per Ingegneri.

## PROGRAMMA

- Sistemi informativi, sistemi informatici, architettura dei sistemi di elaborazione.
- Rappresentazione dell'informazione numerica e non numerica.
- Cenni di algebra booleana e circuiti logici.
- Dispositivi periferici.
- Reti di calcolatori e Internet.
- Sistemi operativi e l'ambiente Windows.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

### *Esercitazioni in aula*

- Introduzione alla programmazione strutturata ed ai software di produttività WORD ed EXCEL
- Fondamenti di programmazione strutturata e del linguaggio di programmazione MATLAB.

### *Laboratorio:*

- Esercizi pratici sull'uso di Windows, WORD, EXCEL (4 ore).
- Esercizi pratici di programmazione in QBASIC (16 ore).

## BIBLIOGRAFIA

Materiale didattico da stabilire

## ESAME

Scritto.

*Periodi di accertamento:* 1, 4, 5

# INTRODUZIONE ALLA PROGRAMMAZIONE

(Corso di Ingegneria Elettronica)

Anno: 1

Periodo: 3

Impegno (ore totali)

lezione: 30

esercitazione: 18

laboratorio: 12

Crediti: 6

Docente:

**Luigi CIMINIERA** (tel. 564.7027; e-mail: ciminiera@polito.it;)

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Questo modulo ha lo scopo di fornire allo studente gli elementi di base della programmazione degli elaboratori in linguaggio ad alto livello, con particolare riferimento al linguaggio C. Viene anche presentato l'uso delle strutture dati più semplici.

## CORSI SUCCESSIVI

Calcolatori Elettronici, Reti Logiche

## PROGRAMMA

Diagrammi di flusso e programmazione strutturata.

Il linguaggio C.

Strutture dati fondamentali.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

*Uso del Computer:*

Verranno effettuate delle esercitazioni pratiche presso il Laboratorio di Informatica di Base.

## BIBLIOGRAFIA

Kernigham e Ritchie "Il linguaggio C", Jackson.

## ESAME

Scritto

*Periodi di accertamento:* 3, 4, 5

# MECCANICA

(Corso di Ingegneria Civile, Elettronica, Energetica e Meccanica)

Anno: 1	Periodo: 2
Impegno (ore totali)	lezione/esercitazione/laboratorio: 60
Crediti: 5	
Docente:	da nominare

---

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Fornire le nozioni di base della fisica, in particolare della meccanica. Più in generale fornire allo studente il linguaggio ed il metodo scientifico per affrontare lo studio delle scienze dell'ingegneria.

## REQUISITI

Calcolo per ingegneri

## PROGRAMMA

- Concetto di grandezze fisiche, loro misura e relative incertezze.
- Cinematica del punto, grandezze fisiche come vettori, moti lineari e piani.
- Leggi della dinamica, le leggi del moto e applicazione delle leggi di Newton.
- Lavoro ed energia, energia potenziale. Conservazione dell'energia.
- Il concetto di campo.
- Campi conservativi e centrali.
- Urti, sistemi di particelle, centro di massa e moto del sistema, momento meccanico.
- Conservazione della quantità di moto e del momento angolare.
- Rotazione di un corpo rigido attorno ad un asse fisso, moto di rotolamento.
- Equilibrio statico e dinamico.
- Moti oscillatori armonico, smorzati, forzati e risonanza.
- Modi normali di vibrazione.
- Onde sonore.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Uso del Computer: previsto

Uso del Laboratorio: previsto

## BIBLIOGRAFIA

Halliday-ResniK Fisica I

Dispense esercitazioni

## ESAME

Scritto e/o orale.

Periodi di accertamento: 2, 4, 5

# METODI DI COMUNICAZIONE TECNICA

(Corso di Ingegneria Meccanica e Energetica)

Anno: 1

Periodo: 1

Impegno (ore totali)

lezione/esercitazione/laboratorio: 30

Crediti: 3

Docenti:

**Maurizio ORLANDO** (tel. 564.7234; e-mail: orlando@athena.polito.it;)

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Fornire agli allievi le basi della comunicazione tecnica e della rappresentazione a norma di oggetti, le basi per la comprensione dei processi produttivi più diffusi e introdurre le problematiche connesse agli errori di lavorazione

## REQUISITI

Corso di azzeramento di Matematica

## PROGRAMMA

- Strumenti e tecniche elementari di rappresentazione in ingegneria: schizzi e proiezioni ortografiche, viste in sezione.
- panoramica introduttiva sulle tradizionali tecniche di fabbricazione.
- Quotatura nominale. Tolleranze lineari e generali. Sistemi di tolleranze UNI-ISO. Uso di base di sistemi CAD 2D con realizzazione di particolari con quote nominali a norma e assemblati.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

*Uso del Computer:* È previsto l'uso di un CAD bidimensionale per gran parte delle esercitazioni, che vengono svolte anche, in parte minore, a mano libera.

*Uso del Laboratorio:* Esteso a gran parte delle esercitazioni, vedere punto precedente.

## BIBLIOGRAFIA

E. Chirone, S.Tornincasa "Disegno Tecnico Industriale", vol 1.

F.E. Gieseke et al "Engineering Graphics", Macmillan Publishing Company, N.Y. Fifth ed.

Norme UNI M1, vol. 1 "Norme per il disegno tecnico"

*Ulteriori riferimenti bibliografici:*

appunti distribuiti dal docente.

## ESAME

Scritto

*Periodi di accertamento:* 1, 4, 5

# METODI MATEMATICI E STATISTICI

(Corso di Ingegneria Elettronica)

Anno: 1	Periodo: 2
Impegno (totali)	lezione/esercitazione/laboratorio: 60
Crediti: 5	
Docente:	da nominare

---

## **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Fornire gli elementi di base della probabilità e del calcolo mediante trasformate.

## **REQUISITI**

Corso di azzerramento di Matematica, Calcolo per ingegneri.

## **PROGRAMMA**

Descrizione dettagliata degli argomenti: Introduzione al calcolo delle probabilità. Indipendenza e probabilità condizionata. Variabili aleatorie discrete e continue. Media e varianza. Leggi binomiali, di Poisson, esponenziali, di Weibull, e normali. Legge dei grandi numeri e teorema del limite centrale. Trasformate di Fourier e di Laplace.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

*Uso del Computer:* MATLAB

*Uso del Laboratorio:* MATLAB

## **BIBLIOGRAFIA**

Materiale didattico da stabilire.

## **ESAME**

Scritto e/o orale.

*Periodi di accertamento:* 2, 4, 5

# METODI PROBABILISTICI E STATISTICI

(Corso di Ingegneria Civile, Energetica e Meccanica)

Anno: 1

Periodo: 2

Impegno (totali)

lezione/esercitazione/laboratorio: 60

Crediti: 5

Docente:

da nominare

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Fornire gli elementi di base della probabilità e della statistica

## REQUISITI

Corso di azzerramento di Matematica, Calcolo per ingegneri.

## PROGRAMMA

Descrizione dettagliata degli argomenti: Introduzione al calcolo delle probabilità. Indipendenza e probabilità condizionata. Variabili aleatorie discrete e continue. Media e varianza. Leggi binomiali, di Poisson, esponenziali, di Weibull, e normali. Legge dei grandi numeri e teorema del limite centrale. Analisi dei dati, regressione. Campionamento. Stima di parametri: intervalli di confidenza, test di ipotesi.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Uso del Computer: MATLAB

Uso del Laboratorio: MATLAB

## BIBLIOGRAFIA

Materiale didattico da stabilire.

## ESAME

Scritto e/o orale.

Periodi di accertamento: 2, 4, 5

## ESAME

Scritto

Periodi di accertamento: 1, 4, 5

Periodo I  
 numero 11  
 esercitazioni 4  
 da risolvere

**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si svolgerà in cinque lezioni in formato di seminari di base della studentela, con particolare riguardo al campo differenziale e alle griglie in più variabili, al calcolo delle variazioni, ai sistemi differenziali, ed ai metodi di sviluppo in serie.

**PREREQUISITI**

Analisi matematica I, Geometria

**PROGRAMMA**

Calcolo differenziale in più variabili, funzioni di più variabili e topologia dello spazio euclideo  $n$ -dimensionale.

Calcolo differenziale per funzioni di più variabili, formula di Taylor, massimi e minimi liberi, calcolo differenziale su curve e superfici, funzioni implicite, massimi e minimi vincolati.

Calcolo integrale in più variabili: integrali di Gauss, integrali multipli, integrali su curve e superfici, integrali di linea o di flusso, campi vettoriali, teoremi di Green, Stokes, Poincaré.

Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni: convergenza uniforme, serie numeriche, convergenza assoluta.

Serie di funzioni, serie di Taylor e serie di potenze.

Serie di Fourier: convergenza quadratica, puntuale e uniforme.

Equazioni paraboliche delle equazioni e dei sistemi differenziali.

**ESERCITAZIONI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni seguiranno gli argomenti delle lezioni e saranno svolte alla presenza del professore docente.

**BIBLIOGRAFIA**

- BRACCARDI, F. RINA, *Lezioni di analisi matematica II*, Loescher e Boringhieri, Torino, 1991.
- DE LORENZO, C. RONDONE, *Lezioni di analisi matematica II*, Boringhieri, Torino, 1991.
- DE LORENZO, C. RONDONE, *Lezioni di analisi matematica II*, Boringhieri, Torino, 1991.
- DE LORENZO, C. RONDONE, *Lezioni di analisi matematica II*, Boringhieri, Torino, 1991.

**FRANZI**

Il corso si svolgerà in una prova scritta ed una orale. Il superamento della prova scritta è condizione necessaria per accedere alla prova orale. Per accedere alla prova scritta, gli studenti dovranno aver superato la regolarità didattica. Maggiori dettagli sulle modalità di svolgimento del corso saranno forniti all'inizio del corso.

Anno: 2	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.):	lezioni: 6	esercitazioni: 4
Docente:	da nominare	

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

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

### **REQUISITI**

Analisi matematica 1, Geometria.

### **PROGRAMMA**

Calcolo differenziale in più variabili: funzioni di più variabili e topologia dello spazio euclideo  $n$ -dimensionale.

Calcolo differenziale per funzioni di più variabili, formula di Taylor, massimi e minimi liberi.

Calcolo differenziale su curve e superfici, funzioni implicite, massimi e minimi vincolati.

Calcolo integrale in più variabili: misura degli insiemi, integrali multipli.

Integrali su curve e superfici, integrali di linea e di flusso, campi vettoriali, teoremi di Green, Gauss e Stokes.

Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni; convergenza uniforme.

Serie numeriche, convergenza assoluta.

Serie di funzioni, serie di Taylor e serie di potenze.

Serie di Fourier: convergenza quadratica, puntuale e uniforme.

Teoria generale delle equazioni e dei sistemi differenziali.

Problema di Cauchy.

Equazioni e sistemi lineari a coefficienti costanti.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni seguiranno gli argomenti delle lezioni e saranno svolte alla lavagna dal personale docente.

### **BIBLIOGRAFIA**

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di analisi matematica 2*, Levrotto & Bella, Torino, 1991.

*Testi ausiliari:*

P. Marcellini, C. Sbordone, *Esercitazioni di matematica*. Vol. 2, p. 1-2, Liguori, 1991.

M. Mascarello, L. Mazzi, *Temi d'esame svolti di Analisi Matematica II del Politecnico di Torino*. Progetto Leonardo, 1996.

### **ESAME**

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

Anno: 5	Periodo: 2	
Impegno (ore sett.)	lezioni: 4	esercitazioni: 4
Docente:	<b>Fabrizio ASTRUA</b>	

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso è finalizzato alla formazione ed addestramento alla progettazione architettonica, con attenzione sia al recupero degli edifici che alla edificazione ex-novo.

### **REQUISITI**

Le discipline propedeutiche di Architettura Tecnica e di Caratteri distributivi e costruttivi degli edifici trovano nel corso la loro logica integrazione, per conseguire capacità critica e compositiva nell'esercizio professionale della progettazione.

### **PROGRAMMA**

Nel complesso il programma del corso è teso a compiere un excursus circa i possibili e più immediati campi di esercizio dell'attività professionale nell'ambito dell'ingegneria civile - edile.

#### **I MODULO: GLI INTERVENTI DI RIUSO NEI CENTRI STORICI**

Impegno (ore totali)    lezione: 16    esercitazione/laboratorio: 16

Relazioni con le preesistenze ed analisi dei temi ricorrenti negli interventi di recupero. Lettura ed analisi del tessuto edilizio nei centri storici minori

#### **II MODULO: GLI EDIFICI PER LA RESIDENZA**

Impegno (ore totali)    lezione: 16    esercitazione/laboratorio: 16

Significati espressi dai linguaggi morfologici di alcuni elementi (tetto, i fronti, ecc.) e dei materiali formeranno oggetto di verifiche e critiche per comprendere ed interpretare, nelle nuove esperienze progettuali, i processi evolutivi dell'architettura moderna alle soglie del 2000. Analisi del tema proposto con attenzione al significante ed al significato

#### **III MODULO: LE INFRASTRUTTURE DI QUARTIERE**

Impegno (ore totali)    lezione: 12    esercitazione/laboratorio: 12

Analisi del rapporto compositivo forma - funzione unitamente al valore ed al significato della caratterizzazione urbana. Teorie ed applicazioni della progettazione architettonica, dai paradigmi del Movimento Moderno alle realizzazioni dei maestri più significativi del razionalismo, dell'espressionismo, dell'esperienza organica e di quella post - funzionalista.

#### **IV MODULO: LA CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE DI FRANGIA E GLI INTERVENTI DI CARATTERIZZAZIONE URBANA**

Impegno (ore totali)    lezione: 8    esercitazione/laboratorio: 10

Il progetto della città: gli spazi pubblici e le aree per il tempo libero. Gli elementi di arredo urbano quale occasione per caratterizzare le periferie.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni verranno svolte a due livelli.

Il primo campo, con riferimento ai moduli 1 e 2, è quello relativo allo svolgimento di temi con un tempo lungo, attinente all'intero arco di durata del corso. In questo quadro verranno affron-

tati temi relativi alla residenza, con attenzione sia ad un intervento di recupero che ad una progettazione per una costruzione ex-novo. Gli argomenti sono comunque circoscritti a casi che l'esperienza acquisita dagli allievi nei corsi precedenti e la loro maturità, oltre che capacità, consentano di affrontare con soddisfazione, facendo riferimento anche a possibili condizioni di attività professionale in un futuro non troppo lontano.

Il secondo campo di applicazione, con riferimento ai moduli 3 e 4, attinte invece alle esercitazioni extempore, fa riferimento ad interventi attinenti la vita di una centro urbano di provincia o di quartiere, con attenzione a temi compositivi quali infrastrutturazioni semplici (scuole primarie/secondarie, biblioteca di quartiere, centro sportivo, aree attrezzate per il tempo libero, spazi di riqualificazione urbana, ecc.) con particolare attenzione al tema delle aree di frangia e di periferia urbana non caratterizzata.

## **BIBLIOGRAFIA**

Per gli argomenti trattati nelle lezioni saranno fornite le indicazioni bibliografiche relative o i relativi testi/articoli cosicché gli allievi possano disporre del materiale di loro interesse.

## **ESAME**

Schedatura redatta su un edificio a scelta. Temi svolti nelle esercitazioni extempore. Lavori di elaborazione, anche a gruppi di due/tre allievi, relativamente alle esercitazioni di progetto assegnate.

Anno: 3

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 4

esercitazione: 4

laboratorio: 1

Docente:

**Riccardo NELVA** (collab.: Angelo CIRIBINI)

## **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso è diretto a fornire metodi e nozioni, in ambito architettonico-edilizio, relativi alla progettazione e costruzione degli edifici civili e industriali, con riguardo particolare agli elementi costruttivi visti come parti congruenti dell'unità edilizia e con finalità all'integrazione e al compendio con le discipline statico-strutturali, tecnico-impiantistiche ed urbanistico-territoriali.

## **REQUISITI**

Disegno.

## **PROGRAMMA**

### **I MODULO: CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE, BARRIERE ARCHITETTONICHE, PREVENZIONE INCENDI**

- Introduzione, le esigenze dell'utenza, i requisiti ambientali e tecnologici. Elementi introduttivi alla progettazione architettonica: l'esposizione solare, l'asse elioteramico di un edificio, l'architettura bioclimatica. L'organizzazione distributiva delle unità residenziali; schemi funzionali-distributivi, criteri di dimensionamento dei vani abitabili (lez. 4 h, esercit. 8 h).
- Progettazione senza barriere architettoniche, tipi di disabilità, il concetto di accessibilità, visitabilità, adattabilità. Soluzioni tecniche per eliminare le barriere architettoniche, spazi minimi di mobilità, spazi di relazione e di distribuzione, unità abitative accessibili, legislazione vigente; progettazione degli spazi esterni, parcheggi (lez. 4 h, esercit. 4 h).
- La prevenzione incendi in campo edilizio, reazione al fuoco dei materiali e loro classe, resistenza al fuoco dei componenti. Criteri di protezione delle strutture e di progetto degli edifici. Le compartimentazioni, le scale, R.E.I dei componenti, classe degli edifici. Centrali termiche per edifici residenziali. Norme vigenti (lez. 4 h, esercit. 4 h).

### **II MODULO: STRUTTURE PORTANTI ORIZZONTALI E VERTICALI, FONDAZIONI, SCALE**

- La difesa degli edifici dall'umidità del sottosuolo, progettazione e realizzazione delle intercapedini. Impermeabilizzazione di strutture interrato. Le fondazioni, tipologie. Strutture portanti verticali, edifici tradizionali a muratura portante, strutture a telaio in c.c.a.. Aspetti salienti della progettazione degli edifici in muratura portante, norme, concezione morfologica, dimensionamento semplificato secondo normativa. Strutture portanti orizzontali: solai in legno, solai a travi metalliche, solette in laterocemento, ecc. Le scale, criteri di progettazione e dimensionamento, soluzioni strutturali. Le tipologie, il tracciamento, la linea dei nodi, lo sfalsamento dei gradini, rivestimenti, ringhiere, normativa. (lez. 8 h, esercitaz. 8 h)

### **III MODULO: COPERTURE CONTINUE E DISCONTINUE, STRUTTURE IN LEGNO**

- Le coperture discontinue, requisiti, terminologia UNI, strati funzionali, schemi di funzionamento termoigrometrico. L'impermeabilità all'acqua, l'azione del vento, l'effetto della neve. Tracciamento geometrico. Posizionamento degli strati di isolamento termico. Tetti ventilati e non, tipi di supporti, accessori, impianto di raccolta acque meteoriche. Caratteristiche dei prodotti per coperture. Strutture portanti in legno per coperture, orditure tradizionali; richiami alle proprietà fisiche e meccaniche del legno, dimensionamento delle giunzioni; sistemi di giunzione per strutture reticolari (chiodature, bulloni, connettori metallici),

capriate. Il legno lamellare e le sue applicazioni. Le norme di progetto (Sia). Criteri di progetto di edifici leggeri in legno, norme UEAtc. Tipologie costruttive di edifici in legno (lez. 12 h, esercitaz. 8 h)

- Le coperture continue, schemi di funzionamento termoigrometrico, coperture "rovesce". Criteri di analisi e verifica del comportamento termoigrometrico, verifiche grafico-analitiche delle condensazioni del vapore d'acqua, diagrammi di Glaser. Criteri di posa dei manti continui, barriere al vapore, strati di diffusione; giunti di dilatazione, terrazzi praticabili, prodotti per membrane impermeabili, protezioni (lez. 4 h, esercitaz. 8 h).

#### IV MODULO: SERRAMENTI, PARETI, RIVESTIMENTI ORIZZONTALI E VERTICALI.

- Serramenti interni, requisiti, criteri di progetto; realizzazione: controtelai, telai fissi e mobili, battenti, sistemi di chiusura. Serramenti esterni, classificazione dei sistemi di apertura, sistemi di oscuramento, serramenti unificati in legno, tenuta all'acqua e all'aria. Serramenti metallici e in materia plastica. Giudizio di idoneità secondo normativa UNI, metodi di prova (lez. 4 h, esercitaz. 4 h).
- Le pareti esterne portanti e a cassa vuota, rivestimenti e pareti in mattoni paramano, strati di isolamento termico. Problemi di risparmio energetico, taglio termico di balconi, isolamento a cappotto degli edifici. Criteri di progetto e di realizzazione dei rivestimenti esterni lapidei di facciata, sistemi di fissaggio delle lastre. Partizioni verticali interne, problemi di isolamento acustico. Criteri di progetto e realizzazione delle pavimentazioni: il supporto, i rivestimenti, dilatazioni e ritiri, sistemi di posa; pavimenti galleggianti, isolamenti acustici. Soffitti e controsoffitti (lez. 8 h, esercitaz. 4 h)

#### V MODULO: EDILIZIA INDUSTRIALIZZATA E PREFABBRICATA. DURABILITÀ. NORME E PROVE.

- Richiami sui concetti di industrializzazione e di unificazione edilizia, edilizia prefabbricata ed industrializzata residenziale e industriale, sistemi di prefabbricazione pesante per l'edilizia residenziale. Schemi tipologici di capannoni industriali, illuminazione naturale, schemi costruttivi ricorrenti. Durabilità e vita utile di un edificio, la manutenzione. Diagnostica nell'edilizia, laboratorio prove non distruttive (lez. 4 h, esercit. 4 h).

#### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono nell'elaborazione di progetti esecutivi di componenti edilizi congruentemente impostati sulla base di un progetto di un edificio. Sono inoltre previste due esercitazioni estemporanee di progetto su tema assegnato. I temi affrontati sono: progetto di edificio residenziale pluripiano; progetto esecutivo di intercapedine interrata e fondazioni; progetto esecutivo di scala; progetto esecutivo di copertura a falde inclinate; progetto esecutivo di copertura piana a terrazzo; progetto esecutivo di parte modulare di facciata di edificio con balcone o loggia; progetto esecutivo di serramento esterno.

#### BIBLIOGRAFIA

Per ogni argomento monografico delle lezioni verrà fornita l'indicazione bibliografica e il testo di pubblicazioni in tema.

*Testi ausiliari:*

R. Nelva, Le coperture discontinue, guida alla progettazione, BE-MA, Milano 1989.

Norme dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione - UNI.

E. NEUFERT, Enciclopedia pratica per progettare e costruire, Hoepli, Milano.

#### ESAME

Esame orale sui contenuti delle lezioni, previa verifica degli elaborati grafici oggetto delle esercitazioni e delle prove estemporanee.

Anno: 5

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezioni: 4

esercitazioni: 4

laboratori: 2

Docente:

da nominare

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso è rivolto agli studenti che propendono per un indirizzo di tipo applicativo, che intendono prepararsi ai ruoli di Direttore di Cantiere e/o Coordinatore della Sicurezza nelle fasi di Progettazione ed Esecuzione.

Al fine di un esame sistematico e di approfondimento sui temi del settore, vengono sviluppati quegli aspetti e problematiche del processo produttivo comuni a tutti i cantieri per la realizzazione di infrastrutture viarie (stradali, ferroviarie, aeroportuali).

Tali aspetti e problematiche si possono inquadrare in quattro tipologie di base: leggi e norme, gestione, materiali, sistemi operativi.

La trattazione della materia inoltre fa sempre specifico riferimento ai contratti del settore, nonché agli aspetti finanziari ed economici.

Gli argomenti vengono svolti con particolare riguardo alla normativa di sicurezza, presentando ed approfondendo gli aspetti applicativi del D. Lgs. 494/96.

### **REQUISITI**

Scienza delle Costruzioni, Tecnica delle Costruzioni, Cemento Armato, Costruzione Strade, Ferrovie, Aeroporti.

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO: CALCESTRUZZO CEMENTIZIO [10 ore]**

Il cantiere del calcestruzzo cementizio.

Aspetti legislativi, contrattuali.

Tipologie e caratteristiche primarie del calcestruzzo cementizio (cls) (resistenza, lavorabilità, durabilità, economicità).

Tipologie e caratteristiche di accettazione dei materiali costituenti: leganti cementizi aggregati, acqua, additivi.

Il progetto del calcestruzzo cementizio.

Progetto (mix design) delle ricette di cls, con ottimizzazione mediata di una o più caratteristiche primarie:

curve granulometriche ideali di massima densità;

definizione della curva granulometrica reale a scarto minimo dalla curva ideale (attraverso il metodo del simplesso e per mezzo del 'Solver' di Microsoft Excel™);

determinazione delle percentuali in massa degli aggregati;

determinazione della massa dell'acqua (di presa, di bagnatura, di saturazione) in base al contenuto di umidità degli aggregati;

determinazione delle masse degli aggregati e dei volumi occupati dagli stessi nel volume unitario di cls finito.

I controlli sul prodotto fresco:

prelevamento di campioni di cls fresco e finito in cantiere;

preparazione, stagionatura, forma e dimensioni dei provini di cls;

determinazione del quantitativo di cemento, della granulometria e della consistenza.

I controlli sul prodotto finito (prove distruttive, semi-distruttive, non distruttive):

prove di compressione;

determinazione della resistenza caratteristica;  
il metodo combinato Sonreb (velocità degli ultrasuoni e indice di rimbalzo dello sclerometro);  
la prova di estrazione;  
la prova di carico;  
la teoria con valutazione preventiva del grado di vincolo della struttura.  
Il cls preconfezionato.

Gli impianti per aggregati e per il cls.  
Impianti di estrazione, selezione e accumulo degli aggregati;  
Impianti di produzione del cls;  
Mezzi di trasporto e di distribuzione del cls.  
Il laboratorio di cantiere.  
L'analisi di prezzo del volume unitario di cls.

### **II MODULO: CONGLOMERATO BITUMINOSO [8 ore]**

Aspetti legislativi, contrattuali.  
Pacchetto multistrato della sovrastruttura stradale:  
funzioni degli strati, classificazione,  
caratteristiche reologiche e prestazionali delle miscele (dati di progetto).  
Tipologie e caratteristiche di accettazione (fisiche, fisico-chimiche, meccaniche, granulometriche e geometriche) dei materiali costituenti: leganti bituminosi, aggregati, filler, additivi.  
Progetto (mix design) delle miscele in prima approssimazione:  
scelta del tipo di bitume e di aggregato;  
curve granulometriche ideali di massima densità fuso granulometrico, curva granulometrica ideale (con numero vuoti residui opportuni);  
determinazione della curva granulometrica reale;  
determinazione della percentuale di legante con il metodo dei vuoti e della superficie specifica;  
determinazione della massa delle singole classi di aggregato e bitume;  
Impasti di prova.  
Controllo delle ipotesi progettuali.  
Progettazione in seconda approssimazione (metodo di ottimizzazione Marshall).  
Gli impianti per i conglomerati bituminosi.  
tipologie, componentistica e funzionamento degli impianti di produzione;  
mezzi di trasporto, per la stesa e la compattazione;  
Controlli e il laboratorio di cantiere.  
La manutenzione delle infrastrutture viarie.  
L'analisi di prezzo del volume unitario di conglomerato bituminoso.

### **III MODULO: MODELLI DI ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO [10 ore]**

Organizzazione del lavoro e PERT  
Aspetti legislativi, contrattuali.  
La simulazione dell'esecuzione con le tecniche lineari.  
La simulazione dell'esecuzione con le tecniche reticolari (metodo deterministico e statistico) attraverso lo sviluppo delle fasi di pianificazione e programmazione:  
analisi del progetto, scomposizione in sottoprogetti, pacchetti di lavoro, attività;  
studio dei vincoli;  
rappresentazione grafica della rete e numerazione del reticolo;  
calcolo della durata delle attività in base a risorse tecniche illimitate; calcolo del reticolo (eventi, attività, scorrimenti);  
determinazione dei percorsi critici, sub-critici, ipercritici;  
decisioni.  
Ottimizzazione delle risorse tecniche: confronto tra le risorse (materiali, manodopera, sistemi operativi) programmate e le risorse disponibili con e/o bilanciamento delle stesse (eliminazione delle anomalie).

Traduzione in date calendario e lancio delle attività.  
Livelli di simulazione.  
Controllo dell'attuazione del piano, uso degli scorrimenti.  
Decisioni e operatività in aree ipercritiche.  
Ottimizzazione delle risorse economiche.  
Aspetti legislativi, contrattuali.  
Il costo dell'opera attraverso l'analisi dei prezzi.  
Il pagamento del prezzo dell'opera.  
Il flusso di cassa preventivo.  
La scoperta finanziaria e bilanciamento delle risorse economiche.  
La redditività dell'investimento o la valutazione dei costi/benefici.  
Il piano finanziario.  
L'esposizione finanziaria media, l'utile, l'utile netto.  
Il confronto tra bilancio a preventivo e bilancio a consuntivo.

#### **IV MODULO: MACCHINE DA CANTIERE E SISTEMI OPERATIVI [8 ore]**

Classificazione per operazione e funzione delle macchine cantiere per infrastrutture viarie.  
Scelta del sistema operativo ottimale.  
Produttività e minimo costo di produzione nel tempo disponibile da programma lavori.  
Costi orari.  
Costi orari fissi:  
ammortamento;  
interessi, assicurazioni e tasse;  
valore residuo.  
Costi orari di esercizio:  
carburante,  
lubrificanti e olii, filtri,  
riparazioni;  
operatore.  
Produzione oraria delle macchine ed impianti:  
apripista, caricatori, escavatori idraulici, livellatrici, ruspe, compattatori;  
mezzi di trasporto;  
mezzi e impianti di sollevamento.  
Uso dei "performance handbooks" delle macchine movimento terra.  
Analisi di prezzo unitario del movimento di terra.

#### **V MODULO: ASPETTI AMMINISTRATIVI [16 ore]**

Le figure responsabili del processo produttivo nelle fasi: di finanziamento, progettuali, costruttive, di verifica e collaudo.  
Il progetto:  
preliminare,  
definitivo,  
esecutivo,  
municipale,  
di coordinamento della sicurezza.  
La pratica amministrativa e contabile per la condotta delle opere pubbliche:  
Aspetti legislativi.  
Modalità di esecuzione di un'opera pubblica.  
Modi di scelta del contraente.  
La formazione e la esecuzione del contratto.  
La risoluzione delle controversie.  
La prevenzione infortuni e la Direttiva Cantieri:

Aspetti legislativi: il responsabile di Progetto ed il Responsabile dei Lavori.

I piani di sicurezza ex lege 55/90.

I piani di sicurezza e coordinamento ed il fascicolo manutentivo ex D.Lgs. 494/96.

Le responsabilità in cantiere degli attori del processo produttivo.

L'area di cantiere:

rilievi di qualificazione ed accettazione del sito,

recinzioni,

baraccamenti, depositi e magazzini, impiantistica a pié d'opera,

ponteggi,

impianti di sollevamento,

opere provvisoriale,

tecnologie ed infrastrutture.

Gli enti di controllo.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Molte esercitazioni richiedono l'uso di elaboratore PC.

Le esercitazioni vengono sviluppate da gruppi di lavoro costituiti da 4-5 allievi.

1. Progetto di mescole di conglomerato cementizio di massima densità. [8 ore]
2. Prova di carico e applicazione teoria dei 5 flessimetri. [8 ore]
3. Studio di un sistema operativo di movimento terra con determinazione dei costi di produzione. [12 ore]
4. Organizzazione di un cantiere con la tecnica PERT comprensiva dell'ottimizzazione delle risorse (manodopera, sistemi operativi) e dello studio di un'offerta con verifica dei prezzi. Piano della sicurezza. [20 ore]
5. Progetto o verifica di mescole di conglomerato bituminoso. [4 ore]

Anno: 5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione: 4

esercitazione: 4

laboratorio: 1

Docente:

**Renato MORGANTI**

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso è diretto a fornire gli elementi fondamentali della progettazione architettonico-distributiva (organizzazione e dimensionamento funzionale) delle principali tipologie edilizie (residenziale, commerciale e polifunzionale, per i trasporti, sanitaria ed ospedaliera, ecc.) in rapporto alle tecnologie costruttive adottabili (costruzioni in muratura tradizionale ed armata, in conglomerato cementizio armato, in acciaio, in legno) ed in relazione alle necessità di integrazione impiantistica.

### **REQUISITI**

Propedeutici i corsi di Disegno, Architettura tecnica, Ergotecnica edile.

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

*Introduzione, requisiti spaziali ed ambientali, spazi interni e spazi esterni.* Percorsi orizzontali e verticali per la distribuzione, accessibilità, visitabilità ed adattabilità. Schemi funzionali e distributivi. Analisi antropometriche (S. Goldschmit, J. Panero, M. Zelnik) per il dimensionamento dei vani e dei percorsi con l'impiego delle pedane di scorrimento e di sosta. Implicazioni progettuali legate a fattori bioclimatici ed all'orientamento per il risparmio energetico ed una corretta ubicazione planimetrica (*Lezioni 12, Esercitazioni 8*).

#### **II MODULO**

*Edilizia residenziale pubblica e privata,* criteri di progetto (distribuzione principale, aggregazione lineare, a ballatoio, a torre), dimensionamento degli alloggi e dei vani. Esempi di distribuzione degli alloggi, manica e fronte degli edifici, struttura statica (arch. P. Portoghesi, G. Valle). Soluzioni distributive per il superamento delle barriere architettoniche negli edifici residenziali: *pilotis* al piano terreno. Edilizia residenziale unifamiliare, esempi di soluzioni attuali (arch. M. Botta), inserimento nell'ambiente. Autorimesse (dimensionamenti e cenni normativi). Prevenzione incendi. Autorimesse pluripiano fuori terra ed interrate (*Lezioni 2, Esercitazioni 2*).

#### **III MODULO**

*Edilizia per il commercio e la ristorazione* (nuovi sistemi di distribuzione e vendita), negozi, supermercati, grandi magazzini, centri commerciali (raggi e bacini di influenza). Dimensionamenti degli spazi espositivi (scaffali, carrelli, casse), degli spazi per il magazzino, degli spazi di manovra e di parcheggio clienti. Schema distributivo di un supermercato alimentare, schemi per esporre ed illuminare la merce. I centri commerciali (negozi + ipermercati), le gallerie (esempio di Cinecittà 2 a Roma), soluzioni tecniche per le coperture. Centri polifunzionali commerciali e amministrativi. Edilizia per la ristorazione, dimensionamento unità elementari (ristoranti, *self-service, fast food, bar*) (*Lezioni 12, Esercitazioni 8*).

#### **IV MODULO**

*Nodi della mobilità* (stazioni ferroviarie, stazioni metropolitane, aeroporti, *terminals*) come elementi fulcro della mobilità nelle aree urbane, elementi distributivi e strutturali, il problema della intermodalità. Cenni storici sui caratteri costruttivi e distributivi delle stazioni ferroviarie

ottocentesche (Torino Porta Nuova, Genova Brignole) con particolare riferimento alle grandi coperture metalliche. Esempi di grandi strutture recenti (*city terminalen* a Stoccolma, arch. R. Erskin, la stazione ferroviaria del TGV a Satolas, Lione, arch. S. Calatrava) (*Lezioni 12, Esercitazioni 8*).

#### V MODULO

**La progettazione degli spazi per anziani**, dimensionamento dei reparti di degenza e rapporti con le nuove tecnologie. Brevi cenni sulle tipologie di aggregazione dei reparti in relazione agli altri spazi (sale ambulatoriali, spazi di servizio, spazi amministrativi). Le case di riposo per anziani, le residenze sanitarie assistenziali, le residenze flessibili, i centri diurni, cenni normativi e dimensionamenti distributivi (*Lezioni 2, Esercitazioni 2*).

**Edilizia scolastica e biblioteche**. Principi pedagogici, scelte edilizie, unità funzionali. Tipi di scuole in Italia. Le scelte delle aree. L'orientamento solare per le aree di studio e di lettura. Dimensionamenti di massima per le scuole materne, elementari, medie e superiori. Esempi di biblioteche (arch. B. Zevi, R. Erskin, A. Alto) (*Lezioni 2, Esercitazioni 2*).

#### VI MODULO

**Edilizia produttiva: gli edifici industriali attuali**. Lay-out del processo produttivo (per processo, per prodotto, per prodotto finito, in seri, in parallelo). Esempi di scelte distributive, unità magazzino, edifici condizionati aria-luce. Nuovi concetti di flessibilità in pianta per ampliamenti e per modifiche distributive e di produzione. Il problema del rumore (cenni normativi) e della organizzazione delle aree di lavoro confortevoli. L'esperienza di A. Olivetti ad Ivrea, e di J. Henriksson a Stoccolma per la Volvo. Dimensionamenti distributivi e strutturali di massima con i sistemi prefabbricati (*Lezioni 4, Esercitazioni 8*).

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Sono previste due esercitazioni progettuali lunghe (edificio residenziale pluripiano e laboratorio artigianale), due *ex-tempore* brevi ed esercizi di disegno al CAD (all'interno del modulo 1).

### BIBLIOGRAFIA

F. ASTRUA, *Progettazione e barriere architettoniche: condizionamenti e spunti funzionali, distributivi e costruttivi per il progetto degli edifici e degli spazi urbani*, BE-MA, Milano, 1993.

P. CARONARA, *Architettura pratica*, UTET, Torino, 1954.

E. NEUFERT, *Enciclopedia pratica per progettare e costruire*, Hoepli, Milano, 1929.

# **S1000 COSTRUZIONE DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI**

Anno: 5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezioni: 4

esercitazioni: 4

laboratori: 2

Docente:

**Antonio BEVILACQUA**

## **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso è diretto a fornire una preparazione idonea per affrontare l'intero progetto di una strada sia dal punto di vista della definizione geometrica dell'opera viaria che dello studio degli aspetti strutturali e costruttivi. In premessa sono fornite nozioni propedeutiche di meccanica della locomozione e di ingegneria del traffico. Aspetti specifici delle ferrovie sono trattati separatamente considerando alcune problematiche fondamentali di progetto e di costruzione di tali impianti.

## **REQUISITI**

Nessuno.

## **PROGRAMMA**

### **I MODULO: STRADA E VEICOLO. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE. CRITERI GENERALI DI PROGETTO DI UNA STRADA**

- Resistenze al moto. Equazione della trazione. Coppia motrice e aderenza. Prestazione dei veicoli stradali e ferroviari in salita. Equilibrio del veicolo in curva. Distanze di visibilità per l'arresto e per il sorpasso (lez. 6 h).
- Visuali libere. Visibilità in curva e sui raccordi verticali. Velocità di progetto. Strade tipo. Pendenza trasversale in curva. Profilo dei cigli. Raccordi progressivi. Allargamento in curva. Criteri di composizione del tracciato plano-altimetrico d'asse. Sezione trasversale stradale (lez. 8 h).
- Aspetti generali del progetto. Progetto geometrico di una strada: planimetria, profilo longitudinale, sezioni trasversali (lez. 5 h, esercit. 20 h).

### **II MODULO: PROGETTO DI AUTOSTRADE. GEOTECNICA STRADALE. SOVRASTRUTTURE STRADALI**

- Raccordi clotoidici: aspetti geometrici e vincoli di normativa. Metodo operativo per l'inserimento di un arco di clotoide in un tracciato stradale. La tavola di tracciamento dell'asse stradale. Progetto delle intersezioni a livelli sfalsati (lez. 6 h, esercit. 12 h).
  - Caratteristiche fisiche delle terre. Binomio acqua-suolo. Terre incoerenti e terre coerenti. Comportamento sotto carico. La spinta sui muri di sostegno secondo Coulomb e secondo Rankino. Masso spingente sul rivestimento di una galleria in terra secondo Terzaghi. Stabilità dei pendii: equilibrio di un pendio indefinito. Classificazione delle terre. Analisi granulometrica. Limiti ed indici di Atterberg. Indice di gruppo. Classificazione C.N.R.-U.N.I. 1006. Costipamento: fenomeno, prove di laboratorio, realizzazione in cantiere. Controllo della densità in sito. Macchine per compattare. Prove di portanza: prova di carico con piastra, prova C.B.R. Formazione del corpo stradale: piani di posa dei rilevati, piani di posa in trincea, formazione dei rilevati (lez. 10 h).
  - Sovrastrutture stradali: caratteristiche tipologiche, aspetti costruttivi. Principi di calcolo di una pavimentazione flessibile. Dissesti delle pavimentazioni. Metodi di equivalenza dei carichi. Laboratorio di materiali stradali (lez. 2 h, esercit. 8 h).
- Modulo 3: Opere d'arte stradali. Traffico e capacità delle strade. Elementi di progettazione ferroviaria

- Opere di sostegno flessibili: tipologie, aspetti costruttivi e criteri di calcolo. Opere di sostegno rigide: tipologie e criteri di calcolo. Opere di scavalco: esame delle sollecitazioni prodotte sulle spalle degli impalcati; carichi da D.M. 4.5.90; ripartizione trasversale dei carichi accidentali secondo Courbon (lez. 6 h, esercit. 12 h).
- Volume di traffico alla 30<sup>a</sup> ora. Fattore dell'ora di punta. Capacità e livelli di servizio. Elementi di Highway Capacity Manual 85 (lez. 3 h).
- Aspetti generali del trasporto ferroviario. Funzionamento della sala montata. Sede ed armamento del binario. La lunga rotaia saldata. Geometria del binario in retto. Binario in curva: sopraelevazione, raccordi, inscrivibilità. Apparecchi del binario. Corpo stradale ed opere d'arte: sovrappassi e sottopassi della linea. Lavori in esercizio. Progetto del tracciato secondo grado di prestazione e velocità di tracciato. Linee metropolitane: vincoli di tracciato, tipologie costruttive (lez. 10 h).

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

1. Progetto di un tronco stradale  
Elaborazione di: planimetria; profilo longitudinale; sezioni trasversali; calcolo analitico dei volumi.
2. Progetto di uno svincolo autostradale  
Elaborazione di: planimetria dell'asse stradale raccordato con archi di clotoide; planimetria generale dell'opera.
3. Verifica di una spalla da ponte  
Valutazione effetto carichi accidentali su impalcato secondo Courbon. Verifica sezione spalla per tre condizioni di carico. Disegno delle armature.
4. Progetto architettonico di un sovrappasso stradale  
Studio degli elementi compositivi e particolari costruttivi.
5. Dimensionamento di una pavimentazione flessibile  
Dimensionamento delle pavimentazioni, caratterizzazione dei materiali, prestazioni delle sovrastrutture. Esempio di calcolo con il metodo AASHO.

## **BIBLIOGRAFIA**

Parte del materiale didattico è distribuito nel corso delle lezioni.

1. G. Tesoriere (1990, 91) - Strade, Ferrovie, Aeroporti, Volumi 1,2 - U.T.E.T. - Torino
2. P. Ferrari e F. Giannini - Ingegneria Stradale (1991): 1 vol. Geometria e progetto di strade.

## **ESAME**

Un'unica prova orale articolata in più domande riguardanti sia gli argomenti trattati a lezione che il contenuto delle esercitazioni.

## **S1790      Elettrotecnica**

Anno: 4                      Periodo: 1  
Impegno (ore sett.)      lezioni: 4                  esercitazioni: 4  
Docente:                    **Vito CARRESCIA**

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti dell'elettrotecnica utili per comprendere i fenomeni elettrici elementari e l'impiego dell'energia elettrica negli impianti elettrici utilizzatori. Dopo avere introdotto le nozioni di base dell'elettrotecnica vengono studiati i modi di protezione contro i contatti diretti e indiretti, la protezione delle condutture contro le sovracorrenti e gli impianti elettrici negli edifici civili e nei cantieri.

### **REQUISITI**

Fisica II.

### **PROGRAMMA**

Introduzione all'elettrotecnica. Analogia con l'idraulica. Legge di Coulomb. Il campo elettrico, il potenziale, la tensione. Tipi di corrente. I bipoli in corrente continua e in regime quasi stazionario. Collegamento serie e parallelo. Resistore, generatore ideale di tensione e di corrente. Primo e secondo principio di Kirchhoff. Generatore reale di tensione. Partitore di tensione e di corrente. La potenza. Potenza massima erogata da un generatore reale di tensione. Metodo generale per la soluzione di una rete elettrica: equazioni ai nodi e alle maglie. Principio di sovrapposizione degli effetti e correnti di maglia. Teorema di Thévenin, di Norton e di Millman. [14 ore]

Il terreno come conduttore elettrico, resistenza di terra di un dispersore, andamento dei potenziali sulla superficie del terreno, tensione totale e tensioni di contatto e di passo. Principali effetti deleteri della corrente elettrica sul corpo umano. Resistenza del corpo umano. Curva di sicurezza tensione - tempo. Protezione contro i contatti indiretti in un sistema TT. Interruttore differenziale. [6 ore] Carica e scarica di un condensatore, energia accumulata. Rappresentazione vettoriale di una grandezza vettoriale. Relazione tra tensioni e correnti alternate per la resistenza, l'induttanza, la capacità in serie e in parallelo. La potenza istantanea e il teorema di Boucherot. Il triangolo delle potenze, unità di misura, il rifasamento.

I sistemi trifase simmetrici ed equilibrati. La potenza istantanea nei sistemi trifasi simmetrici, equilibrati e squilibrati. Misura della potenza attiva e reattiva, inserzione Aron. Confronto tra i sistemi trifase e monofase. [8 ore]

Protezione contro i contatti indiretti in un sistema TN e IT. Bassissima tensione di sicurezza, di protezione e funzionale. [4 ore]

Campo magnetico prodotto da una corrente elettrica. Legge della circuitazione. Sollecitazioni elettrodinamiche. Applicazione agli strumenti di misura. Principio di funzionamento di un trasformatore, perdite nel rame e nel ferro, circuito elettrico equivalente. Diagramma vettoriale nel funzionamento a vuoto e a carico. Cenni al motore asincrono trifase. [9 ore]

Protezione delle condutture contro il sovraccarico e contro il cortocircuito. [4 ore]

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Soluzione di reti elementari in corrente continua. [12 ore]

Soluzione di reti elementari in corrente alternata; Esercizi sulle potenze. [12 ore]

Esercizi sui sistemi trifase. [8 ore]

Presentazione e discussione di impianti elettrici in edifici civili e cantieri edili. [6 ore]

Visita ai laboratori dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità, Milano.

### **BIBLIOGRAFIA**

Merigliano, *Lezioni di elettrotecnica*, CLEUP, Padova.

Carrescia, *Fondamenti di sicurezza elettrica*, Hoepli.

Anno: 4,5

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezioni: 4

esercitazioni: 3

laboratori: 2

Docente:

**Luigi MORRA** (collab. Angelo CIRIBINI)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso è finalizzato a fornire le metodologie e le conoscenze di base per la razionalizzazione delle fasi operative nel settore delle costruzioni. Vengono evidenziati tutti gli aspetti decisionali, esecutivi e gestionali di potenziale competenza dell'ingegnere, collocandoli entro un completo sistema-processo.

Della produzione edilizia (intesa in senso ampio) viene esaminata la qualità ed il suo controllo mediante l'intervento determinante delle norme tecniche.

### **REQUISITI**

Architettura Tecnica

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO (52 ore)**

Metodi e strumenti per la progettazione nel sistema-processo: modelli di comportamento e di funzionamento per gli elementi; scelte funzionali-spaziali, tecnologiche ed operative per l'organismo; integrazione dei componenti nel sistema.

Razionalizzazione degli aspetti dimensionali della progettazione: coordinazione dimensionale e modulare; tolleranze geometrico-dimensionali degli elementi.

La progettazione e la programmazione operativa: impianto dei cantieri, piani operativi, ottimizzazione delle risorse, tecniche di programmazione.

La produzione: materiali, semilavorati ed elementi semplici; elementi tecnici, sottosistemi e sistemi; costruzione nel cantiere infrastrutturale, della nuova edificazione e del recupero edilizio.

La progettazione e la programmazione economica: preventivazioni, scelte di macchinari e attrezzature, piani economico-finanziari dell'intervento.

#### **II MODULO (24 ore)**

La qualità: specificazione e controllo; le norme tecniche, in particolare per la verifica delle prestazioni (disponibilità nazionale, sovranazionale, internazionale ed estera).

#### **III MODULO (40 ore)**

La sicurezza degli operatori nelle fasi esecutive: regolamentazioni, piani di sicurezza.

La gestione: uso dell'opera, esercizio degli impianti, manutenzioni, ristrutturazioni, demolizioni con riciclo di parti o materiali; durabilità, affidabilità e manutenibilità; piani di gestione, strategie manutentive.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

#### **Laboratorio**

Utilizzo di procedure informatizzate.

Controlli prestazionali diretti.

#### **Esercitazioni**

Sviluppo progettuale di elemento tecnico isolato.

Applicazioni grafiche e calcoli su temi trattati nelle lezioni.

Studio di lavorazioni.

Sopralluoghi esterni.





Autoinduzione. Legge di Felici. Mutua induzione.  
Onde elettromagnetiche. Equazione delle onde. Onde elettromagnetiche piane.  
Indice di rifrazione. Proprietà dei campi E e B dell'onda piana.  
Trasversalità. Polarizzazione dell'onda. Onde elettromagnetiche nei dielettrici: polarizzabilità complessa. Ottica geometrica.  
Ottica ondulatoria. Legge di Snell. Formule di Fresnel.  
Polarizzazione della luce per riflessione. Angolo di Brewster.  
Incidenza normale e sfasamento dell'onda riflessa. Riflessione totale.  
Polarizzazione della luce lineare ed ellittica. mezzi anisotropi.  
Assi principali di polarizzazione. Cristalli uniassici. Birifrangenza. Dicroismo.  
Interferenza. Sorgenti coerenti ed incoerenti. Intensità e termine interferenziale. Cammino ottico. Specchi di Lloyd.  
Esperimento di Young con due fenditure rettilinee. Lamine sottili a facce piano-parallele.  
Lamine sottili a cuneo. Interferometro di Michelson. Diffrazione da fenditura.  
Reticolo di diffrazione.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Sono previste visite a laboratori di ricerca.  
Verranno svolte delle esperienze dimostrative in aula.  
Le esercitazioni sono parte integrante del corso.

### **BIBLIOGRAFIA**

Mencuccini-Silvestrini Fisica II  
Halliday-Resnik-Krane Fisica II

### **ESAME**

Le modalità d'esame saranno concordate con il docente.

Anno: 3	Periodo: 2	
Impegno (ore sett.)	lezione: 4	esercitazione/laboratorio: 6
Impegno (ore totali)	lezione: 50	esercitazione: 28    laboratorio: 6
	attività di didattica assistita: 36	
Docente:	<b>Gian Vincenzo FRACASTORO</b> (collab.: Paolo TRONVILLE)	
	Dipartimento di Energetica	

**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso di Fisica Tecnica stabilisce un collegamento fra i corsi del biennio e quelli del triennio fornendo agli allievi le metodologie di base per l'analisi dei problemi di termodinamica applicata, trasporto di calore e di massa e le nozioni fondamentali di illuminotecnica e acustica. Gli argomenti trattati, apparentemente assai diversi fra loro, trovano una matrice comune nella termodinamica e nel metodo di lavoro adottato, che prevede un progressivo avvicinamento dell'allievo al progetto ingegneristico attraverso esercizi, misure di laboratorio e tesine pre-progettuali. Le parti di esercitazioni e di attività assistita sono in parte differenziate fra gli allievi ingegneri CIVILI e MECCANICI. Il corso si svolge attraverso tre forme didattiche diverse:

- *lezioni*, nelle quali si forniscono i concetti fondamentali
- *esercitazioni di calcolo e in laboratorio* nel corso delle quali vengono esaminate alcune importanti applicazioni teoriche e sperimentali dei concetti impartiti a lezione
- *attività assistita*, nel corso della quale vengono svolte le tesine pre-progettuali

**REQUISITI**

Fisica I, Fisica II, Meccanica dei Fluidi (Idraulica).

**PROGRAMMA****I MODULO: TERMODINAMICA APPLICATA. (22 h)**

Impegno (ore)                    lezione: 22    esercitazione: 12    laboratorio: 2  
attività di didattica assistita: 12

Generalità, definizioni. Trasformazioni termodinamiche. Concetto di reversibilità e irreversibilità. Lavoro e calore. Primo principio per sistemi chiusi e aperti. Energia interna ed entalpia. Secondo principio ed entropia. Rendimento delle macchine termiche. Il ciclo a rendimento massimo (ciclo di Carnot). Analisi exergetica dei sistemi aperti.

Diagrammi di stato ( $p,v$ ) e ( $T,s$ ) e loro proprietà. Cicli diretti dei gas ideali. Cicli rigenerativi a gas.

Vapori. Diagrammi di stato ( $T,s$ ), ( $h,s$ ) e ( $\log p, h$ ) e loro proprietà. Cicli diretti a vapore (ciclo Rankine-Hirn). Cicli inversi a compressione di vapore. Cenni ai cicli ad assorbimento.

Psicrometria. Diagramma di Mollier per l'aria umida. Trasformazioni dell'aria umida.

**II MODULO: TRASMISSIONE DEL CALORE E MOTO DEI FLUIDI. (20 h)**

Impegno (ore)                    lezione: 20    esercitazione: 10    laboratorio: 2  
attività di didattica assistita: 16

Generalità su scambio termico. Condizioni al contorno. Legge di Fourier ed equazione della conduzione in forma differenziale. Trasfinitori termici.

Scambiatori di calore. Calcolo del profilo di temperatura e del flusso termico per scambiatori in linea. Metodo NUT ed efficienza degli scambiatori.

Irraggiamento termico. Leggi del corpo nero. Scambio termico per irraggiamento fra corpi neri e grigi.

Generalità sul moto dei fluidi. Resistenze al moto nei condotti in pressione. Moti per differenza di densità. Strato limite dinamico e termico. Convezione forzata e naturale. Intercapedini.

### **III MODULO: ACUSTICA E ILLUMINOTECNICA. (8 h)**

Impegno (ore)            lezione: 8            esercitazione: 6            laboratorio: 2  
attività di didattica assistita: 8

Grandezze fisiche fondamentali. Acustica fisiologica e Audiogramma normale. Campi sonori. Fonoassorbimento. Fonoisolamento e legge della massa.

Fotometria e colorimetria. Sorgenti luminose naturali e artificiali e loro efficienza.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

### **ESERCITAZIONI IN AULA (28 H)**

Lo scopo delle esercitazioni in aula è quello di familiarizzare lo studente con i concetti esposti a lezione svolgendo alcune applicazioni di calcolo che riguarderanno i seguenti argomenti:

#### ***I Modulo: Termodinamica applicata. (12 H)***

- Proprietà dei gas ideali
- Trasformazioni, calore e lavoro scambiato e rendimento dei cicli termodinamici percorsi da gas ideali: Otto, Diesel e Joule.
- Ottimizzazione del rendimento di un ciclo diretto a vapore e sue limitazioni (MECCANICI)
- Impianti di condizionamento a tutt'aria (CIVILI)

#### ***II Modulo: Trasmissione del calore e moto dei fluidi. (10 H)***

- Soluzione dell'equazione della conduzione per geometrie e condizioni al contorno diverse.
- Alette di raffreddamento (MECCANICI).
- Conduzione in pareti edilizie multistrato e composite (CIVILI)

#### ***III Modulo: Acustica e illuminotecnica. (6 H)***

- Tempo di riverberazione.
- DPCM 1/3/91 (CIVILI)
- DL 277/91 (MECCANICI).
- Calcolo dell'illuminamento artificiale di interni ed esterni.

### **LABORATORI (6 H)**

#### ***I Modulo: Termodinamica applicata. (2 H)***

- Misura dei capisaldi e definizione delle trasformazioni di un ciclo frigorifero. Misura delle energie scambiate e calcolo dell'effetto frigorifero specifico (MECCANICI).
- Misura dei flussi di massa e di entalpia in un impianto di condizionamento (CIVILI)

#### ***II Modulo: Trasmissione del calore e moto dei fluidi. (2 H)***

- Misura del profilo di temperatura in un sistema a parametri concentrati e calcolo dell'adduttanza superficiale in acqua e in aria.

#### ***III Modulo: Acustica e illuminotecnica. (2 H)***

- Misura del tempo di riverberazione acustica in un locale.

### **ATTIVITÀ ASSISTITA (36 H)**

#### ***I Modulo: Termodinamica applicata. (12 h)***

- Definizione dei capisaldi e tracciamento delle trasformazioni di un ciclo Joule ideale e con irreversibilità delle fasi adiabatiche sui diagrammi ( $p,v$ ) e ( $T,s$ ). Calcolo delle energie scambiate e del rendimento.

#### ***II Modulo: Trasmissione del calore e moto dei fluidi. (16 h)***

- Calcolo del profilo di temperatura e delle potenze termiche scambiate in un generatore di vapore. Calcolo della potenza. (MECCANICI)

- Calcolo dell'isolamento e dell'impianto termico a norma di legge di un edificio di civile abitazione. (CIVILI)

### III Modulo: Acustica e illuminotecnica. (8 h)

- Calcolo dell'illuminamento di una sede stradale (MECCANICI).
- Calcolo dell'illuminamento naturale di interni (CIVILI).

## BIBLIOGRAFIA

G.V. Fracastoro, *Dispense del corso*.

M. Cali, P. Gregorio, *Termodinamica*, voll. 1 e 2, Pitagora, 1996.

A. Cavallini, L. Mattarolo, *Termodinamica applicata*, CLEUP, Padova, 1992.

C. Bonacina, A. Cavallini, L. Mattarolo, *Trasmissione del calore*, CLEUP, Padova, 1991.

I. Barducci, *Collana di Fisica Tecnica*, voll. III (Fotometria e Colorimetria) e IV (Acustica applicata), Masson, Milano, 1994.

P. Gregorio, *Fisica Tecnica - Esercizi svolti*, Levrotto & Bella, Torino, 1995.

## ESAME

È possibile sostenere l'esame in due modi diversi:

1. **Diviso in due parti:** prima parte (Termodinamica applicata) entro l'appello di luglio, seconda (Trasmissione del calore, acustica e illuminotecnica) entro febbraio dell'anno successivo  
*Prima parte:* esonero scritto durante il corso, oppure prova scritta entro l'appello di luglio. La prima parte è propedeutica rispetto alla successiva.  
*Seconda parte:* scritto e/o orale in un appello qualunque da giugno a febbraio.
2. **Tutto in una volta:** è sempre possibile, diviene *obbligatorio* se non si è sostenuta la prima parte (Termodinamica applicata) entro luglio.

## S2170      **FONDAMENTI DI INFORMATICA**

Anno: 2	Periodo: 1		
Impegno (ore sett.)	lezione: 4	esercitazione: 3	laboratorio: 2
Docente:	<b>Claudio DEMARTINI</b> (collab.: Patricia LAGO)		

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso è indirizzato a coloro che seguono un percorso di studi che prevede un solo insegnamento nell'area dell' "Information Technology". Pertanto l'insegnamento è stato pianificato in modo tale da coprire gran parte degli argomenti propri dell'area dell'IT. Il primo gruppo di argomenti è tipico di un corso fondamentale, mentre il secondo gruppo è maggiormente collegato agli argomenti che gli studenti del CdL in Ingegneria Civile/Meccanica incontreranno nel percorso formativo.

Il primo gruppo di argomenti comprende: principi e metodologie della programmazione, il linguaggio di programmazione C, tecniche di analisi e sviluppo di applicativi software.

Il secondo gruppo prevede: hardware (architettura dell'elaboratore, principi di funzionamento, dispositivi periferici), sistemi operativi (Dos-windows/x11- Unix). Particolare attenzione viene dedicata agli aspetti matematici ed algebrici dell'elaborazione dati: algebra di Boole, rappresentazione delle informazioni numeriche, gestione degli errori nell'elaborazione numerica.

### **COURSE INTRODUCTION**

The course is directed to students following a curriculum studiorum with just one course on "Information Technology". It has therefore been designed to be capable of covering all the topics related with "IT". A first set of subjects is typical of a "Fundamentals course", while a second set, related to matters that students in mechanical engineering will meet during their studies and / or their professional career, is handled in a more technically accurate and complete way.

In the first set it is covered: programming methodologies, C program language, programming techniques, problems analysis methodologies.

The second set includes: hardware (computer architecture, principles of computer operation, central devices, peripheral devices), operating systems (Dos-windows/x11- Unix). A particular attention is paid to algebraic and mathematical aspects of data processing: Boole algebra, integer and Floating points computing mathematics, errors handling in numerical processors.

### **REQUISITI**

Matematica di base, principi della Fisica, Geometria

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

Il modulo è indirizzato a coloro che seguono un percorso di studi che prevede un solo insegnamento nell'area dell' "Information Technology". Il modulo didattico presenta i principi e metodologie della programmazione, il linguaggio di programmazione C, le tecniche di analisi e sviluppo di applicativi software. La didattica si avvale di una intensa attività di laboratorio al fine di fornire agli studenti gli strumenti fondamentali per l'analisi dei problemi, la specifica e lo sviluppo di soluzioni utilizzando il linguaggio di programmazione C. [lezione: 30h; Esercitazione 40h].

#### **II MODULO**

In questo contesto vengono presentati gli aspetti fondamentali dell'hardware (architettura dell'elaboratore, principi di funzionamento, dispositivi periferici), sistemi operativi (Dos-win-

dows/x11- Unix) e gli strumenti di produttività individuale. Particolare attenzione viene dedicata agli aspetti matematici ed algebrici dell'elaborazione dati: algebra di Boole, rappresentazione delle informazioni numeriche, gestione degli errori nell'elaborazione numerica. [lezioni: 30h; esercitazioni: 30h]

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

### **Programma delle esercitazioni in aula**

Le esercitazioni in aula sono finalizzate alla sperimentazione su problemi reali delle metodologie apprese durante le ore di lezione. In particolare si procederà alla stesura delle specifiche relative ai problemi prospettati e successivamente allo sviluppo dei programmi utilizzando il linguaggio C. Si procederà inoltre alla sperimentazione delle metodologie di verifica di funzionamento dei programmi realizzati utilizzando il linguaggio C oppure altri strumenti di sviluppo (Excel). Il numero delle ore delle esercitazioni è stato calcolato nel contesto del programma delle lezioni.

### **Programma dell'attività assistita**

Gli studenti sono seguiti dal docente o dal ricercatore sia nella fase di analisi dei problemi che nella fase di realizzazione e verifica degli applicativi. Tali attività saranno condotte nel contesto dei laboratori di informatica. Una stima media globale del numero delle ore dell'attività assistita è desumibile dalle ore settimanali dichiarate per questo tipo di attività.

## **BIBLIOGRAFIA**

Bishop, L'Informatica, Gruppo Editoriale Jackson, 1992.

B.W. Kernigham, D.M. Ritchie, Linguaggio C, Gruppo Editoriale Jackson, 1991.

A. Valenzano, Fondamenti di Informatica, Raccolta di lucidi, 1997.

G. Cena, L. Durante, E. Piccolo, R. Sisto, A. Valenzano, Esercizi di Fondamenti di Informatica, Utet, 1997.

## **ESAME**

Una prova scritta costituita da una parte di programmazione e da domande di teoria, più una prova orale per la discussione dell'elaborato.

## **S2180 FONDAZIONI**

Anno: 5	Periodo: 1		
Impegno (ore sett.)	lezione: 4	esercitazione: 4	
	(ore totali)	56	56
Docente:	da nominare		

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso ha come obiettivo l'apprendimento dei fondamenti per l'analisi delle strutture interagenti con il terreno.

L'approfondimento è spinto a livello progettuale per quanto concerne le strutture più ricorrenti: fondazioni dirette e profonde, opere di sostegno rigide e flessibili.

Viene trattato il problema della caratterizzazione geotecnica del sito e della scelta dei parametri di progetto.

Ampio spazio è dedicato ai criteri di predimensionamento e di verifica delle fondazioni dirette (plinti, travi, graticci e platee) e profonde (pali singoli e in gruppo soggetti a diverse condizioni di carico) e delle strutture di sostegno, esaminando anche gli aspetti esecutivi.

Nell'ambito delle esercitazioni viene curata la redazione del progetto delle strutture più ricorrenti.

### **REQUISITI**

È propedeutica la conoscenza della Scienza e Tecnica delle Costruzioni, dell'Idraulica e della Meccanica delle Terre.

### **PROGRAMMA**

#### ***Indagini geotecniche e caratteri dei depositi naturali: (10 ore)***

1. Genesi e caratteri dei depositi naturali
2. Estensione delle indagini
3. Mezzi di indagine e tecniche esecutive
4. Costruzione del modello di riferimento:  
scala del problema  
modello geotecnico  
parametri.

#### ***Scavi ed opere di sostegno: (30 ore)***

1. Tipologie e campi di impiego
2. Requisiti di progetto e criteri di predimensionamento
3. Azioni esercitate dal terreno: applicazioni della teoria della plasticità
4. Calcolo pratico delle spinte
5. Esecuzione degli scavi e interventi di drenaggio
6. Problemi speciali: sifonamento  
stabilità del fondo scavo

#### ***Fondazioni dirette: (36 ORE)***

1. Tipologie e campi di impiego
2. Requisiti di progetto e criteri di predimensionamento
3. Interazione terreno-struttura
4. Dimensionamento geotecnico: stato limite ultimo  
stato limite di servizio  
valutazione del danno estetico e strutturale
5. Dimensionamento strutturale e dettagli costruttivi

### **Fondazioni profonde: (36 ore)**

1. Tipologie e campi di impiego
2. Tecnologie esecutive
3. Verifiche di sicurezza: capacità portante dei pali in terreni coesivi  
capacità portante dei pali in terreni non coesivi  
comportamento dei pali in gruppo
4. Comportamento in servizio: cedimento del palo isolato  
interazione tra i pali  
comportamento di gruppo
5. Problemi speciali: attrito negativo  
pali soggetti a carichi orizzontali
6. Aspetti strutturali

### **ESAME**

L'esame prevede una prova scritta finale ed un esame orale.

### **BIBLIOGRAFIA**

- R. Lancellotta - "Geotecnica" 2a ediz. - Zanichelli, 1993  
R. Lancellotta - "Geotechnical Engineering" - A.A.Balkema, 1995

## **S2190 FOTOGRAMMETRIA**

Anno: 4,5                      Periodo: 1  
Impegno (ore sett.)        lezioni: 4                      esercitazioni elaboratori: 3  
Docente:                      **Ambrogio Maria MANZINO**

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso fornisce il necessario approfondimento nelle moderne tecniche della fotogrammetria analitica e digitale, integrando i cenni svolti nel corso fondamentale di Topografia. Affronta i temi dell'impostazione analitica della disciplina, della moderna strumentazione, delle applicazioni ingegneristiche, quali la cartografia per il rilievo di vaste aree territoriali o le applicazioni architettoniche, quali il rilievo di edifici, manufatti od altre opere antropiche.

### **REQUISITI**

Si richiede allo studente il possesso delle nozioni fornite dai corsi di Analisi matematica e Geometria.

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO: FOTOGRAMMETRIA ANALITICA**

Impegno (ore totali)        lezione: 28                      esercitazione: 25

Principi della fotogrammetria. Geometria della presa, geometria della restituzione, le riprese aeree e terrestri.

La presa, la misura delle coordinate lastra, l'orientamento interno. Il materiale fotografico, il progetto del volo, la camera da presa aerea e terrestre, i parametri di orientamento interno, il calcolo delle aberrazioni. L'orientamento esterno. L'orientamento a stelle proiettive. L'orientamento relativo, l'orientamento assoluto.

Il restitutore analitico: principi di funzionamento, tecniche Helava e tecniche Inghilleri, il ciclo di real time.

#### **II MODULO: FOTOGRAMMETRIA DIGITALE E TRIANGOLAZIONE AEREA**

Impegno (ore totali)        lezione: 22                      esercitazione: 24

Fotogrammetria digitale e ortofotocarta. Principi di acquisizione digitale, raddrizzamento digitale ed ortofotocarta, il restitutore digitale. La triangolazione aerea. La triangolazione aerea a stelle proiettive ed a modelli indipendenti. Precisione del metodo. La triangolazione assistita dal rilievo GPS.

I capitoli fotogrammetrici. Requisiti del capitolato, norme e precisioni richieste, il collaudo. La fotogrammetria degli edifici e dei monumenti. La presa di oggetti vicini, l'uso di camere semi-metriche, le precisioni richieste e quelle ottenibili, gli sviluppi semi-metrici della fotogrammetria digitale.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

#### **Programma delle esercitazioni**

Le esercitazioni consistono in un progetto di rilievo fotogrammetrico terrestre od aereo. Nel primo caso si useranno fotogrammi di voli eseguiti in precedenza e si attuerà tutto il rilievo a partire dall'appoggio sino all'elaborato numerico finale.

Nel caso di rilievo fotogrammetrico terrestre, si sceglierà di anno in anno un edificio od un monumento particolare della città di Vercelli ed il rilievo avverrà in modo completo, dal progetto della presa sino all'elaborato finale.

Nel caso di rilievo di oggetti piani (facciate di edifici ad esempio) si eseguirà anche un raddrizzamento digitale. Si eseguirà anche un lavoro di ortofotoproiezione digitale. Gli allievi saranno divisi in piccole squadre ed a ciascuna di queste sarà assegnato un particolare progetto. Tutti i progetti saranno in ogni caso seguiti dal professore e messi in comune a tutti gli allievi.

### **Programma dell'attività assistita**

Gli studenti sono seguiti dal docente anche al di fuori delle lezioni ed esercitazioni per quanto riguarda l'attività delle squadre di lavoro. Questa attività sarà prevalentemente svolta in laboratorio, dove sono situati lo strumento restitutore analitico Stereobit 20 e gli strumenti digitali.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Testo di riferimento:**

Karl Kraus, Fotogrammetria. Vol. 1, Teoria e applicazioni. Levrotto & Bella, Torino, 1994.

### **Testi ausiliari:**

Attilio Selvini. Principi di fotogrammetria, CLUP, Milano, 1984.

Gli eventuali trasparenti ed altro materiale didattico è anche fornito gratuitamente via rete all'indirizzo FTP [ftg.polito.it](http://ftg.polito.it), user=*anonymous*, password=Email.

## **ESAME**

L'esame consiste in un colloquio relativo al corso di lezioni ed esercitazioni della durata di circa 20 minuti durante il quale si saggia la preparazione dello studente richiedendo anche lo svolgimento di piccoli esercizi e la spiegazione del lavoro di esercitazione svolto durante l'anno.



### III MODULO: PARAMETRI MECCANICI, INDAGINI E PROVE

Impegno (ore totali) lezione: 14 esercitazione: 8 attività assistita in aula: 8

Apparecchiature di laboratorio (TX, TS, RC) e per le indagini in sito (CH, DH, SCPT, CPT, SPT, DMT, SBPT, campionamento, permeabilità). Complementarietà dei due metodi di indagine. Resistenza al taglio e deformabilità dei terreni. Programmazione delle indagini

### IV MODULO: PROBLEMI DI STABILITÀ

Impegno (ore totali) lezione: 14 esercitazione: 12

I teoremi dell'analisi limite, il metodo dell'equilibrio limite globale. Le opere di sostegno, calcolo delle spinte, verifiche di stabilità, dimensionamento delle opere provvisorie. Capacità portante delle fondazioni superficiali. Capacità portante di un singolo palo

### V MODULO: I CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI

Impegno (ore totali) lezione: 10 esercitazione: 4

Cedimenti delle fondazioni superficiali in terreni a grana fine e grossa. Cedimenti di un singolo palo. Palificate e gruppi di pali.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

**Esercitazione tipo A:** consiste nello sviluppare alcuni esempi di calcolo relativi ai problemi trattati a lezione. Gli esercizi proposti sono in genere semplici e risolvibili con una calcolatrice o per via grafica (ing. Pepe).

**Esercitazione tipo B (attività assistita in aula):** consiste nella risoluzione, da parte degli studenti, di problemi più complessi che richiedono l'uso del PC (calcolo delle tensioni indotte al disotto di un rilevato, calcolo delle isocrone al di sotto del medesimo rilevato, calcolo del cedimento del rilevato, elaborazione di prove triassiali). Viene utilizzato il seguente software: Quickbasic o BASIC, Word, Excel. Vengono forniti agli allievi gli elementi fondamentali per giungere ad una soluzione. Gli allievi producono un elaborato che viene considerato nella valutazione finale (ing. Pallara e Puci).

**Laboratorio:** gli allievi, dopo essere stati istruiti, realizzano le esperienze di laboratorio riguardanti a) la classificazione, b) l'edometria per la determinazione della compressibilità e c) una prova di taglio diretto per la determinazione dei parametri di resistenza. Gli allievi producono un elaborato che viene considerato nella valutazione finale (ing. Froio).

## BIBLIOGRAFIA

R. Lancellotta, Geotecnica 2a ed. Zanichelli

## ESAME

Prova scritta: vengono proposti tre esercizi del tipo sviluppato nelle esercitazioni tipo A. Orale: discussione degli elaborati prodotti dagli studenti, interrogazione sul programma.

Anno: 3	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezioni: 6	esercitazioni e laboratori: 4
Docente:	Luca RIDOLFI	

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire gli elementi per il proporzionamento dei recipienti destinati a contenere fluidi e per il dimensionamento delle condotte e dei canali di convogliamento. Partendo da una impostazione teorica, si perviene alle applicazioni pratiche, con particolare riguardo a quelle specifiche dell'ingegneria civile.

## REQUISITI

Analisi matematica I e II, Fisica I, Meccanica razionale.

## PROGRAMMA

### I MODULO

Impegno (ore totali)      lezione: 15      esercitazione in aula: 13

*I fluidi e le loro caratteristiche:* definizione di fluido; i fluidi come sistemi continui; grandezze della meccanica dei fluidi e unità di misura; proprietà fisiche; regimi di movimento; sforzi nei sistemi continui. *Statica dei fluidi e dei galleggianti:* equazione indefinita della statica dei fluidi; equazione globale dell'equilibrio statico; statica dei fluidi pesanti incompressibili; misura delle pressioni, spinta su superfici piane; spinta su superfici curve; spinta su corpi immersi; statica dei fluidi pesanti comprimibili; equilibrio relativo. *Regolazione delle portate mediante serbatoi:* regolazione a volume affluente e defluente costante; regolazione a capacità costante; regolazione di continuità.

### II MODULO

Impegno (ore totali)      lezione: 23      esercitazione in aula: 12

*Cinematica dei fluidi e dinamica dei fluidi:* impostazione euleriana e lagrangiana; velocità e accelerazione; equazioni del moto; equazioni di stato; tipi di movimento; equazione di continuità. *Dinamica dei fluidi perfetti:* variazione di carico piezometrico lungo la normale, la binormale e la tangente alla traiettoria; correnti lineari; teorema di Bernoulli; interpretazione geometrica ed energetica; applicazione ad alcuni processi di efflusso; potenza di una corrente in una sezione; estensione del teorema di Bernoulli ad una corrente; applicazione del teorema di Bernoulli alle correnti; venturimetri e boccagli; estensione del teorema di Bernoulli ai fluidi comprimibili; equazione del moto vario ed applicazioni; moti irrotazionali e relativa estensione del teorema di Bernoulli; stramazzi. *Analisi dimensionale e teorema pi-greco.*

### III MODULO

Impegno (ore totali)      lezione: 32      esercitazione in aula: 15

*Equazioni del moto dei fluidi reali:* esperienza di Reynolds; equazioni di Navier-Stokes; equazione globale di equilibrio. *Correnti in pressione:* moto uniforme; moto laminare; caratteristiche generali del moto turbolento; grandezze turbolente e valori medi; sforzi tangenziali e turbolenti; ricerche sul moto uniforme turbolento; moto nei tubi lisci e nei tubi scabri; diagramma di Moody e modificati; formule pratiche; perdite di carico localizzate. *Lunghe condotte:* schemi pratici; reti di condotte a gravità e impianti di sollevamento; problemi idraulicamente indeter-

minati; possibili tracciati altimetrici; reti chiuse; metodo di Cross. **Moto vario:** colpo d'ariete nelle condotte adduttrici e di sollevamento; dispositivi di attenuazione; casse d'aria. **Moti di filtrazione:** generalità; legge di Darcy-Ritter e generalizzazioni; moto permanente in acquiferi artesiani e freatici. applicazioni.

#### IV MODULO

Impegno (ore totali)      lezione: 10      esercitazione in aula: 4

**Correnti a pelo libero:** generalità; carico totale e specifico; curve ad  $H=\text{cost}$  e  $Q=\text{cost}$ ; moto uniforme nei canali; scala delle portate; alveia debole e forte pendenza; numero di Froude; correnti lente e veloci; stato critico; moto permanente; profili; risalito; moto vario nelle correnti a pelo libero.

#### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Nelle esercitazioni verranno trattati problemi pratici attinenti agli argomenti svolti a lezione.

#### BIBLIOGRAFIA

D. Citrini, G. Noseda, "Idraulica", edizioni Ambrosiana, Milano, 1979.

G. De Marchi, "Idraulica", edizioni Hoepli, Milano, 1960.

A. Ghetti, "Idraulica", edizioni Cortina, Padova, 1980.

E. Marchi, A. Rubatta, "Meccanica dei fluidi", edizioni UTET, Torino, 1982.

Anno: 4	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezioni: 4	esercitazioni: 4
Docente:	<i>da nominare</i>	

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di fornire le conoscenze necessarie per effettuare la misura e la stima delle grandezze idrologiche che sono alla base della progettazione delle opere idrauliche e della gestione delle risorse idriche.

### **REQUISITI**

Analisi matematica I e II, Fisica I, Idraulica.

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 20                      esercitazione in aula: 6

Calcolo delle probabilità e statistica applicata all'idrologia:

analisi di un campione; elementi fondamentali del calcolo delle probabilità; distribuzioni probabilistiche per variabili casuali discrete (binomiale, Poisson) e per variabili continue (normale, log-normale, di Gumbel, di Frechet, ecc...); stima dei parametri di una distribuzione; test statistici; problemi di correlazione e regressione.

#### **II MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 14                      esercitazione in aula: 7

Generalità sul ciclo idrologico; cenni sullo sviluppo storico dell'idrologia.; le grandezze idrologiche.

Afflussi meteorici:

misura delle precipitazioni solide e liquide; stima degli afflussi; curva di possibilità climatica; distribuzione spaziale delle precipitazioni. Bilancio idrologico: evapotraspirazione; infiltrazione, accumulo.

Caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici:

parametri di forma; struttura idrogeologica; reticolo fluviale

#### **III MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 32                      esercitazione in aula: 17

Deflussi fluviali:

deflussi superficiali e profondi; deflussi di magra e di piena; misura delle portate.

Piène fluviali:

formazione delle piène; determinazione dell'idrogramma di piena mediante il metodo della corrvazione, dell'invaso lineare e dell'TUH; stima delle portate al colmo di piena (analisi statistica, modelli afflussi-deflussi semplificati, formule empiriche).

Propagazione delle piène:

equazioni di Saint Venant e cenni alla loro integrazione numerica; modello parabolico e cinematico; previsione e controllo delle piène.

Utilizzazione delle risorse idriche superficiali:

impianto a serbatoio; regolazione parziale e totale per diverse funzioni obiettivo; impianto a deflusso; curva di durata di un corso d'acqua; coefficienti di utilizzazione di un corso d'acqua e di un impianto.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Nelle esercitazioni verranno trattati problemi pratici attinenti agli argomenti svolti a lezione, con la redazione di elaborati.

## BIBLIOGRAFIA

Maione U., "Appunti di Idrologia", edizioni La goliardica, Pavia.

Bras R., "Hydrology", McGraw, 1990.

## ESAME

L'esame è di tipo tradizionale, orale, e verterà sugli argomenti svolti a lezione e sulla discussione degli elaborati svolti a esercitazione.

Anno: 5	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezioni: 4	esercitazioni: 4
Docente:	<b>Lorenzo ALLAVENA</b>	

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso mira a dare allievi le nozioni scientifiche e tecniche necessarie per la progettazione, in una corretta visione ambientale, dei sistemi di irrigazione e di drenaggio del terreno agrario. Nel primo dei tre moduli didattici vengono fornite le nozioni di base dell'idrologia agraria; nel secondo e terzo modulo vengono illustrate le caratteristiche dei sistemi di irrigazione e di drenaggio e le conoscenze acquisite vengono applicate a casi concreti di progettazione di impianti.

### **REQUISITI**

Idraulica

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 15                      esercitazione in aula: 8

Ruolo dell'irrigazione e del drenaggio nei sistemi agricoli: situazione attuale e tendenze evolutive nell'agricoltura mondiale e nazionale. Fase terrestre del ciclo dell'acqua e processi idrologici oggetto di studio dell'idrologia agraria. Cenni di pedologia. Il terreno agrario: definizione, composizione granulometrica e tessitura. Statica e dinamica della fase liquida nel terreno insaturo. Infiltrazione dell'acqua e della pioggia nel terreno e simulazione di tali processi tramite modelli matematici. Evapotraspirazione delle colture e bilancio idrico dello strato radicale e simulazione di tali processi tramite modelli matematici.

#### **II MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 25                      esercitazione in aula: 13

Sistemi di irrigazione. Qualità delle acque destinate ad uso irriguo. Effetti dell'irrigazione sull'ambiente. Modalità di programmazione dell'irrigazione e criteri di scelta. Metodi di adattamento: caratteristiche del metodo; aspetti positivi e negativi; dimensionamento della parcella o della unità irrigua. Criteri di progetto di un sistema di irrigazione. Apparecchiature per la misura e la regolazione delle portate nelle reti irrigue e per l'automazione dell'adattamento.

#### **III MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 10                      esercitazione in aula: 5

Cenni sulla bonifica idraulica. Obiettivi del drenaggio del terreno agrario. Sistemi drenanti con reti di condotti superficiali, sotterranei, misti. Criteri di progetto degli impianti di drenaggio e loro modalità di realizzazione e di esercizio.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Nell'ambito delle esercitazioni in aula vengono svolti dettagliati esempi di progettazione di impianti di irrigazione con reti di distribuzione e metodi di adattamento sia a pelo libero che in pressione e di un impianto di drenaggio con condotti drenanti sotterranei.

Il numero di ore di esercitazione in aula, per ciascuno dei tre moduli didattici, è stato conteggiato nel contesto del programma delle lezioni.

## BIBLIOGRAFIA

Vengono forniti agli allievi copia dei trasparenti utilizzati nelle lezioni integrati da testi appositamente predisposti.

## ESAME

Orale con discussione degli elaborati relativi alle esercitazioni svolte.

Anno: 5

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezioni: 4

esercitazioni: 4

Docente:

**Paolo MOSCA** (collab.: Renato IANNELLI)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di fornire le conoscenze necessarie per la concezione, la progettazione ed il dimensionamento di massima delle opere idrauliche e gli elementi per definire gli interventi di mitigazione ambientale, i parametri economici ed i problemi della sicurezza.

Tratta i sistemi di approvvigionamento idrico, i sistemi di drenaggio urbano, le opere di presa di acque superficiali e sotterranee, le traverse fluviali, le dighe, i canali e le gallerie.

### **COURSE INTRODUCTION**

The course intend to provide the necessary knowledge about hydraulic work dimensioning and the suitable elements to define economical aspects, and environmental evaluations.

It deals the following subjects: urban drainage and waste water sewer systems, water supply systems, intakes, weirs, dams, canals and hydraulic tunnels.

### **REQUISITI**

Idrologia, idraulica, scienza delle costruzioni, calcolo numerico.

### **PROGRAMMA**

Può essere suddiviso nei seguenti 3 moduli didattici

#### **Sistemi di approvvigionamento idrico:**

analisi della domanda e delle risorse;

fonti di approvvigionamento superficiali e sotterranee (sorgenti, acque superficiali, sorgenti, pozzi);

opere di derivazione, adduzione e regolazione (serbatoi);

stazioni di pompaggio;

reti di distribuzione;

tubazioni e opere d'arte

impianti di potabilizzazione (cenni)

#### **Sistemi di drenaggio urbano**

reti di drenaggio: miste o separative;

valutazione delle portate critiche di pioggia e reflue;

dimensionamento delle reti di smaltimento;

verifica delle reti: metodi dell'invaso e cinemetrico (cenni)

collettori;

sistemi di trattamento degli effluenti urbani e rilascio nei corpi idrici superficiali (cenni)

#### **Costruzioni idrauliche per:**

derivazioni per acque superficiali (opere di presa e traverse);

adduzioni: canali e gallerie;

accumulo e regolazione di acque superficiali (dighe)

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Richiami di idrologia generale finalizzati al corso:

- Progetto e verifica di una rete di acquedotto
- Progetto e verifica di una rete di fognatura

- Progettazione idraulica di una galleria
- Valutazione delle risorse idriche di un bacino imbrifero a scopo idroelettrico.

Gli studenti sono tenuti a predisporre prima dell'esame, i fascicoli dettagliati delle esercitazioni, comprensivi di: relazioni, allegati di calcolo ed elaborati grafici progettuali.

Due visite a opere o a cantieri:

1. impianti di acquedotto e o fognature
2. infrastrutture idrauliche: dighe traverse, canali, gallerie, opere varie idrauliche.

## **BIBLIOGRAFIA**

- F. Arredi. *Costruzioni Idrauliche* Vol. I, II, III, IV
- M. Quaglia *Appunti di acquedotti e fognature*
- Autori vari *Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione*. Hoepli
- Milano *Acquedotti* Hoepli

## **ESAME**

Prova di esame orale alla fine del corso della durata di 40 minuti su almeno 3 argomenti.

Anno: 2

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezioni: 4

esercitazioni: 4

Docente:

**Piercarlo RAVAZZI** (collab.: Emilio PAOLUCCI)**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Finalità della parte di economia politica è l'apprendimento della logica economica occorrente per interpretare il funzionamento del sistema economico sulla base delle teorie più rilevanti. Dopo una descrizione dei problemi e degli strumenti utili per decodificare un sistema economico aggregato, vengono presentate le due più rilevanti teorie macroeconomiche contemporanee, interpretative del suo funzionamento: la teoria neoclassica e quella keynesiana.

Scopo della parte aziendale è invece l'apprendimento dei fondamenti contabili e della struttura civilistica del bilancio d'impresa e dei metodi di analisi della finanza manageriale.

**REQUISITI**

Gli strumenti di base dell'algebra e del calcolo differenziale.

**PROGRAMMA****I MODULO: INTRODUZIONE ALLA MACROECONOMIA**

Impegno (ore totali) lezione: 48 esercitazione: 8

1. I problemi e i termini dell'economia politica (12 ore);
2. La contabilità nazionale con particolare riferimento al sistema economico italiano (12 ore);
3. Equilibrio macroeconomico in economia chiusa sul mercato dei beni: curva IS keynesiana e modello neoclassico di piena occupazione (8 ore);
4. Equilibrio macroeconomico in economia chiusa sul mercato monetario-finanziario: curva LM, modello keynesiano di sottooccupazione e ruolo della politica economica (16 ore);
5. Economia aperta: equilibrio interno ed esterno con prezzi e cambi fissi e flessibili (8 ore).

**II MODULO: INTRODUZIONE ALLA ECONOMIA AZIENDALE**

Impegno (ore totali) lezione: 36 esercitazione: 12

1. Cenni di contabilità generale finalizzati alla comprensione della logica sottostante alla redazione del bilancio (4 ore);
2. Il bilancio dell'impresa: struttura civilistica e fiscale e contenuto delle voci dello stato patrimoniale, del conto economico e della nota integrativa (16 ore);
3. Normalizzazione del bilancio aziendale per l'analisi finanziaria (4 ore);
4. Metodi di analisi e simulazione finanziaria: l'analisi esterna nell'ottica dei finanziatori (16 ore);
5. Metodi di analisi e simulazione finanziaria: l'analisi interna nell'ottica manageriale (8 ore).

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Complementi inerenti l'applicazione del metodo economico ad alcuni problemi trattati nelle lezioni.

**BIBLIOGRAFIA**

P. Ravazzi, *Dispense di economia politica*, distribuite durante le lezioni.

P. Ravazzi, *Un modello integrato di analisi e simulazione per l'impresa manageriale*, Giappichelli, 1991.

Questo materiale è sufficiente a preparare in modo esaustivo l'esame. Le lezioni in classe seguiranno questa impostazione, cercando di semplificare il contenuto per renderlo accessibile a tutti e lasciando allo studente l'onere di perfezionare autonomamente l'apprendimento.

### Testi ausiliari

R. Dornbusch e S. Fischer, *Macroeconomia*, il Mulino, 1988 (capitoli da I a XI e da XIII a XVI);  
Qualsiasi volume aggiornato di ragioneria che tratti della contabilità e del bilancio di un'impresa industriale.

## ESAME

Gli accertamenti scritti previsti durante il semestre sono due, ciascuno composto di una parte di economia politica e di una parte di economia aziendale. Ogni appello d'esame sarà invece esclusivamente orale.

Anno: 4

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione: 7

esercitazione: 3

Docente:

**Claudio NEGRI****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di illustrare agli allievi i concetti fondamentali della Meccanica Applicata e delle Macchine allo scopo di consentire ad essi valutazioni qualitativamente e quantitativamente corrette dei frequenti e spesso importanti effetti delle azioni meccaniche sulle strutture o sulle realizzazioni dell'ingegneria Civile.

Anche le problematiche connesse all'attività di cantiere e quelle legate alla presenza delle macchine e degli impianti nelle opere civili potranno essere affrontate con conoscenze idonee.

**PRESENTATION OF COURSE**

The course aims at introducing the students to the fundamental concepts of Applied Mechanic and Machinery, with a view to preparing them for correct qualitative and quantitative evaluations of mechanical effects on structures and Civil Engineering constructions; these effects are frequent and often play important roles.

The course will also train the students to analyse problems related to the activities and the well functioning of machines and plants that are typical of civil engineering works.

**REQUISITI**

Meccanica Razionale; Fisica Tecnica

**PROGRAMMA****I MODULO: MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE**

Impegno (ore totali)

lezione: 30

esercitazione: 20

- Richiami di cinematica: posizione-velocità-accelerazione del punto, moti relativi, moto del corpo rigido.
- Richiami di dinamica: forze/accelerazione, lavoro/energia cinetica, equazioni di Lagrange.
- Introduzione alle ruote dentate, rapporto di trasmissione e forze scambiate tra due ruote dentate. Rendimento di una trasmissione.
- Rotismi ordinari: cambio di velocità. Rotismi epicicloidali: riduttore epicicloidale e differenziale di velocità.
- Richiami sull'attrito radente e volvente e su resistenza a fatica. Cuscinetti a rotolamento, a strisciamento e idrodinamici.
- Accoppiamento vite-madrevite, vite-ruota elicoidale.
- Alberi e Giunti. Giunto rigido, Giunto cardanico semplice e doppio. Collegamento tramite dischi di frizione.
- Trasmissione del moto tra alberi paralleli: catene a rulli, cascata di ingranaggi, nastri, cinghie trapezoidali semplici e dentate. Sistemi di sollevamento tramite funi e carrucole. Freni a tamburo, a nastro e a disco.
- Studio del manovellismo Biella-Manovella: spostamento-velocità-accelerazione del piede di biella; effetto delle masse alterne sulla coppia all'albero; irregolarità cinematica e volano; forze scambiate sui supporti.
- Altri esempi di manovellismi: quadrilatero articolato, glifo oscillante.

- Camme: descrizione e leggi di alzata.
- Cenni su oscillazioni libere e forzate. Esempi di sistemi vibranti: trave con rotore squilibrato, vibrazioni torsionali.

## II PARTE: MACCHINE

Impegno (ore totali)      lezione: 30      esercitazione: 20

- Classificazioni generiche delle macchine a fluido.
- Richiami su: 1° e 2° principio della termodinamica; trasformazioni termodinamiche e loro rappresentazione sui piani T-S, H-S, P-V; definizione dei rendimenti politropico e isoentropico.
- Velocità del suono e numero di Mach. Efflusso critico e subcritico. Dimensionamento di ugelli e diffusori. Cenni sul comportamento di ugelli in condizioni diverse da quelle di progetto.
- Turbomacchine: cenni sui triangoli di velocità e similitudine fluidodinamica, coppia motrice e lavoro interno massico, spinta su una palettatura.
- Numero di giri caratteristico. Caratteristica manometrica di una turbopompa, caratteristica esterna di un circuito idraulico e punto di funzionamento. Installazione e regolazione di una turbopompa.
- Caratteristica interna di un turbocompressore e limite del pompaggio. Regolazione di un turbocompressore.
- Descrizione di turbine idrauliche, a gas ed a vapore e loro applicazioni.
- Scambiatori di calore: Condensatore, Generatore di vapore tradizionali ed a recupero.
- Impianti per la produzione di energia elettrica e cenni di regolazione.
- Macchine volumetriche: definizione di cilindrata, portata e lavoro al ciclo.
- Pompe idrauliche e loro regolazioni, cenni sulle trasmissioni idrostatiche. Compressori a stantuffo. Compressori rotativi a palette, a vite e Roots. Regolazione di compressori volumetrici.
- Cenni sui motori alternativi 2T e 4T, accensione spontanea o comandata. Curve di coppia-potenza-rendimento.
- Cenni sulle emissioni inquinanti.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

### *Esercitazioni in aula*

Durante le ore di esercitazione vengono affrontati sia esercizi a scopo didattico sia problemi pratici reali. In questo modo si evidenziano i concetti più importanti esposti durante le lezioni e si indica il modo con cui si possono affrontare i problemi derivanti dall'impiego delle macchine più comuni in ambito civile.

### **BIBLIOGRAFIA**

Testo di riferimento

Sono distribuiti appunti sugli argomenti svolti a lezione

*Testi ausiliari*

Testi vari di Meccanica Applicata e di Macchine; in particolare:

G. Ricci: Meccanica Applicata alle Macchine - Levrotto e Bella

### **ESAME**

L'esame consiste in una prova scritta ed una orale, durante le quali viene richiesta l'impostazione di calcoli legati a problemi pratici reali.

Anno: 4	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezione: 4	esercitazione: 3
Docente:	da nominare	

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso, rivolto agli allievi con interessi nei campi strutturale e geotecnico, si propone i seguenti obiettivi:

- Fornire le basi teoriche necessarie per la soluzione numerica di problemi della meccanica dei solidi e delle strutture, ponendo un accento particolare sul metodo degli elementi finiti.
- Affrontare e risolvere esempi di problemi applicativi di rilevanza ingegneristica mediante l'impiego di codici di calcolo esistenti o sviluppati durante il corso, avuto riguardo alla scelta delle schematizzazioni più appropriate.
- Formare, attraverso l'esame di soluzioni ottenute con diverse tecniche di approssimazione, quella sensibilità critica nei confronti dei risultati ottenuti necessaria per la loro corretta interpretazione.

Gli argomenti trattati sono i seguenti:

- generalità sui metodi di discretizzazione della meccanica strutturale;
- metodi degli elementi finiti per analisi statica lineare di solidi e strutture;
- metodi degli elementi finiti per analisi statiche con non linearità geometrica o costitutiva.
- impiego del metodo degli elementi finiti per la messa a punto di un modello e la successiva interpretazione dei risultati.

### **REQUISITI**

Analisi matematica I, Analisi matematica II, Geometria, Scienza delle Costruzioni.

### **PROGRAMMA**

Obiettivi e organizzazione del corso, metodi di valutazione.

Il problema strutturale. Corpi continui tridimensionali, equazioni di campo e al contorno, equazioni costitutive. Strutture mono e bidimensionali. Approssimazioni. Discretizzazione. Metodi numerici: differenze finite, elementi finiti, elementi di contorno.

Richiami di algebra lineare: matrici, spazi vettoriali. Richiami di calcolo numerico: integrazione, soluzione di sistemi lineari.

Modelli matematici di sistemi discreti e continui: esempi e soluzioni. Classificazione dei problemi. Formulazione differenziale e variazionale. Principio dei lavori virtuali.

Formulazione del metodo degli elementi finiti: equazioni di equilibrio, condizioni al contorno, coordinate generalizzate. Studio della convergenza.

Elementi isoparametrici. Elementi "del continuo". Elementi strutturali: travi, piastre. Elementi di tipo particolare (per problemi di contatto, per problemi di tipo accoppiato).

Analisi non lineari: introduzione, tipi di non linearità, equazioni incrementali. Cenni ad alcuni modelli costitutivi. Metodi di soluzione.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Il corso si propone di fornire agli studenti abilità specifiche nell'affrontare e risolvere, con opportuni metodi numerici, problemi di meccanica strutturale. A tale scopo si prevede anche l'uso di codici di calcolo basati sui metodi descritti durante il ciclo di lezioni.

Periodicamente verranno assegnati esercizi da svolgere, a casa o nelle ore di esercitazione, sui diversi temi trattati, i quali saranno oggetto di successiva correzione e valutazione.

Ogni studente, inoltre, sceglierà un argomento destinato ad approfondimento, che sarà oggetto della stesura di una relazione dettagliata; i temi da trattare in questo elaborato verranno concordati con il docente tenendo conto delle inclinazioni dello studente e del tempo e dei mezzi di calcolo a disposizione.

## **BIBLIOGRAFIA**

I trasparenti usati per le lezioni e altro materiale didattico verranno forniti dal docente.

*Testo di riferimento:*

K.J. Bathe, *Finite Elements Procedures*, Prentice & Hall, Englewood Cliffs, 1996.

*Testi per consultazione:*

G. Barla et al., *Introduzione al metodo degli elementi finiti*, Stamperia Artistica Nazionale, Torino, 1980.

O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, *The Finite Element Method*, IV Ed., vol. I e II McGraw-Hill, London, 1989.

Altri riferimenti bibliografici su problemi più specifici verranno dati durante il corso, tenendo anche conto degli interessi particolari degli studenti.

## **ESAME**

Il giudizio che porta al voto d'esame si basa su:

- risultati delle esercitazioni "a casa";
- valutazione della tesina di approfondimento;
- prova orale.

## **LAVORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni comprendono sia sviluppo di esercizi di teoria sia applicazioni di laboratorio. Laboratorio di Dinamica del C.S. Fisica Nucleare e Geotecnologia del CNR. Le esercitazioni sono svolte con esecuzione di saggi tipici per la caratterizzazione (saggi meccanici) della materia. Le esercitazioni sono svolte in un ambiente di lavoro per la caratterizzazione della struttura della materia nucleare. Le esercitazioni sono svolte in un ambiente di lavoro per la caratterizzazione della struttura della materia nucleare.

Le esercitazioni comprendono sia sviluppo di esercizi di teoria sia applicazioni di laboratorio. Laboratorio di Dinamica del C.S. Fisica Nucleare e Geotecnologia del CNR. Le esercitazioni sono svolte con esecuzione di saggi tipici per la caratterizzazione (saggi meccanici) della materia. Le esercitazioni sono svolte in un ambiente di lavoro per la caratterizzazione della struttura della materia nucleare. Le esercitazioni sono svolte in un ambiente di lavoro per la caratterizzazione della struttura della materia nucleare.

Anno: 5	Periodo: 1		
Impegno (ore sett.):	lezione: 4	esercitazione: 2	laboratori: 2
Docente:	da nominare		

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

La Meccanica delle Rocce, a fianco della Geotecnica, ha un ruolo rilevante nella realizzazione di grandi opere di ingegneria civile, quali ad es. gallerie e fondazioni di dighe, interviene fondamentalmente negli scavi minerari e, per aspetti piuttosto specialistici ma importanti nelle perforazioni petrolifere e geotermiche molto profonde. Il corso intende fornire agli allievi ingegneri civili del 5° anno i principi base per la comprensione del comportamento della roccia, congiuntamente a quello dei suoi difetti o discontinuità naturali (ad es. faglie, fratture, disomogeneità,...), quando ad essa sia applicato un disturbo meccanico prodotto artificialmente o, eventualmente, dall'ambiente naturale (in questo senso i metodi della Meccanica delle Rocce trovano applicazione nella geologia strutturale). Poiché la Meccanica delle Rocce è, per sua natura, multidisciplinare, l'articolazione del corso privilegia gli aspetti della materia direttamente applicabili all'ingegneria civile, in tal senso la Meccanica delle Rocce è orientata verso l'ingegneria delle Rocce. Vengono presentate le proprietà fisico-meccaniche delle rocce (roccia come materiale), in particolare resistenza e deformabilità e si vede come queste sono fondamentalmente influenzate dalla struttura o "difettosità" della massa rocciosa. Un aspetto importante è quindi rappresentato dalla caratterizzazione qualitativa e quantitativa, specificando tecniche di rilevamento e metodi di elaborazione, delle discontinuità naturali e dell'ambiente naturale o pre-scavo, ivi compreso lo stato di sforzo originario. Si introducono i modelli costitutivi essenziali per descrivere il comportamento di roccia e massa rocciosa e gli strumenti di analisi, tipici dei mezzi continui equivalenti o dei mezzi discontinui, per la valutazione del regime tensio-deformativo al contorno delle strutture in roccia in funzione delle specificità della massa rocciosa. Particolare importanza è data alla sperimentazione in laboratorio ed alla redazione assistita di esercitazioni o tesine con riferimento a problemi tipici degli scavi in roccia.

### **REQUISITI**

Elementi fondamentali: di scienza delle costruzioni (deformazione e sforzo), probabilità e statistica, calcolo numerico.

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 18                      esercitazione: 10

Roccia come materiale e massa rocciosa, tipologie -definizioni in senso geologico- dei "difetti" o discontinuità naturali (giunti, faglie, pieghe,...). Metodi di rilevamento (sondaggio stratigrafico e geotecnico, stendimento, finestra) e di caratterizzazione qualitativa e quantitativa, attraverso indicatori e procedimenti probabilistico - statistici, dei parametri geometrici essenziali della struttura della massa rocciosa: giacitura, intensità di fratturazione (spaziatura apparente e per set, RQD), estensione e persistenza (inferenza estensione lineare  $\bar{A}$ Eareale), forma discontinuità.

#### **II MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 14                      esercitazione: 8

Il materiale roccia descrizione mineralogica e petrografica, la caratterizzazione meccanica di resistenza e deformabilità, prove di laboratorio uniassiali e triassiali, prove di trazione dirette e

indirette, indici di qualificazione, caratteristiche dinamiche (cenni). Il sistema provino-macchina di carico e la conduzione di prova e l'influenza sul comportamento (analogia con condizioni di lavoro dei pilastri di roccia): fragile, duttile incoerente o rammollente, differito (creep e rilassamento). Criteri di resistenza e modelli costitutivi base (ad es. elastico lineare isotropo e anisotropo, elasto-plastico). Cenni ad ulteriori aspetti e parametri indice del comportamento delle rocce: degradabilità, durezza, rigonfiamento.

### III MODULO

Impegno (ore)                      lezione: 14                      esercitazione: 10

Comportamento meccanico della singola discontinuità: caratterizzazione sperimentale con prova di taglio diretto di resistenza e deformabilità, influenza della morfologia delle superfici di discontinuità, descrittori morfologia e criteri di resistenza a taglio; effetto di un riempimento. Apertura della discontinuità e flusso d'acqua, conduttanza idraulica della discontinuità. Cenni a influenze di scala. Effetto di set regolari di discontinuità su deformabilità, resistenza e permeabilità della massa rocciosa (equivalenza discontinuo/continuo). Discontinuità e stabilità di pendii in roccia e degli scavi sotterranei poco profondi, il metodo dell'equilibrio limite 2D e 3D, tecniche di sostegno (cenni). Esempi di applicazione.

### IV MODULO

Impegno (ore)                      lezione: 12                      esercitazione: 6

Prove in sito di deformabilità e resistenza. Stato di sforzo originario e tecniche di misura. Cenni a misure piezometriche e di permeabilità. Tecniche e schemi di interpretazione. Metodi di classificazione della massa rocciosa, in particolare RMR e  $Q$ , esempi di impiego pratico:

### V MODULO

Impegno (ore)                      lezione: 16                      esercitazione: 12

Introduzione alle tecniche di calcolo dei problemi sforzo-deformazione: soluzioni analitiche in forma chiusa, metodi numerici (FEM, FDM, DEM) in ragione della struttura della massa rocciosa e del problema progettuale. Il metodo delle curve caratteristiche della cavità circolare e dei sostegni o dell'interazione terreno-struttura. Cenni alle tecniche di sostegno e rinforzo. Esempi di applicazione per gallerie

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni comprendono sia sviluppo di esercizi e tesine sia applicazioni di laboratorio (Laboratorio di Geomeccanica del C.S. Fisica Rocce e Geotecnologie del CNR, c/o Politecnico, Torino) con esecuzione di saggi tipici per la caratterizzazione fisico meccanica delle rocce. È prevista una esercitazione sul sito (affioramento o un cantiere di scavo) per la caratterizzazione della struttura della massa rocciosa.

Gli Allievi Ingegneri sono seguiti dal docente o da un esercitatore nell'impostazione essenziale degli esercizi proposti e guidati, in particolare, nelle scelte di impostazione delle tesine. La stima delle ore di esercitazione consegue la ripartizione indicata nei moduli didattici per tale tipo di attività.

## BIBLIOGRAFIA

Il docente mette a disposizione un insieme di appunti (pur non organici). Ovviamente è essenziale il riferimento a testi specifici (Biblioteca o eventualmente messi a disposizione dal docente) quali:

- Brady B. H., Brown E.T., (1985), *Rock Mechanics for Underground Mining*, Allen & Unwin, 527pp., London.

- Goodman, R.E., (1989), *Introduction to Rock Mechanics*, John Wiley, 562pp., Chichester.
- Hoek E., Brown E.T., (1980), *Underground Excavations in Rock*, Inst. Min. e Metall., 527pp., London.
- Hoek E., Bray, J.W., (1981), *Rock Slope Engineering*, Inst. Min. e Metall., 402pp., London.
- Hudson J.A., Harrison J.P., (1997), *Engineering Rock Mechanics - an introduction to principles*, Pergamon, Elsevier Science, 444pp., Oxford.
- Jaeger J.C., Cook N.G.W., (1979), *Fundamentals of Rock Mechanics*, Chapman e Hall, 593pp., London
- Priest S.D., (1993), *Discontinuity Analysis for Rock Engineering*, Chapman & Hall, 473pp., London.
- Barla, G., (1986, 1988,...), *Atti delle Conferenze di Meccanica e Ingegneria delle Rocce (MIR)*, COREP -Torino, come riferimento per singoli argomenti indicati nelle lezioni.
- Barbero M., Borri Brunetto M., (1997) *Esercitazioni di Meccanica delle Rocce*, 65pp., Politeko, Torino.

## **ESAME**

Una prova scritta costituita da svolgimento di esercizi e domande su argomenti trattati a lezione, seguita da una prova orale. Le tesine e gli esercizi svolti a esercitazione entrano nella formulazione del punteggio sino ad un massimo del 50%, la prova scritta d'esame comporta un punteggio massimo del 30%, la prova orale un punteggio massimo del 20%. Esercizi e tesine, prova scritta ed orale sono obbligatori.



Integrazione di equazioni del moto del corpo rigido e dei sistemi. [6 ore]

Dinamica e statica relativa. [4 ore]

Stabilità di configurazioni di equilibrio, linearizzazione delle equazioni del moto e frequenze proprie di vibrazione. [8 ore]

## **BIBLIOGRAFIA**

Testi di riferimento:

B. Finzi: *Meccanica razionale*, Zanichelli

M. Fabrizio: *La meccanica razionale*, Zanichelli

G. Belli, C. Morosi, E. Alberti: *Meccanica razionale - esercizi*, Masson

Altri testi:

T. Levi-Civita, U. Amaldi: *Compendio di meccanica razionale*, Zanichelli

C. Cercignani: *Spazio, tempo, movimento*, Zanichelli

A. Sommerfeld: *Meccanica*, Zanichelli

H. Goldstein: *Meccanica classica*, Zanichelli

L.D. Landau, E. M. Lifshits: *Meccanica*, Editori Riuniti

V.I. Arnold: *Metodi matematici della meccanica classica*, Editori Riuniti

N. Bellomo, L. Preziosi, A. Romano: *Mechanics and dynamic systems with Mathematica*, Birkhauser

A. Romano: *Meccanica razionale*, Liguori

È disponibile presso la segreteria didattica una raccolta di temi d'esame e di esercizi svolti.

## **ESAME**

L'esame consiste in una prova scritta e una orale. È consentito sostenere la prova scritta e la prova orale in appelli diversi della medesima sessione. Sono previste due prove d'esame durante lo svolgimento del corso. È necessario effettuare la prenotazione elettronica dell'esame.

Anno: 5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezioni: 4

esercitazioni: 4

Docente:

**Francesco IANNELLI****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone l'approfondimento dei temi di pianificazione dei trasporti e delle infrastrutture fornendo le principali conoscenze di base teoriche del processo di pianificazione e discutendo la loro applicazione ad alcuni casi reali.

Il corso si articolerà attraverso lezioni, esercitazioni, laboratori e visite ad aziende del settore.

**REQUISITI**

Tecnica ed economia dei trasporti, Calcolo delle probabilità e statistica, Ricerca operativa.

**PROGRAMMA****I MODULO**

Il processo di pianificazione e il diritto alla mobilità

Il significato e l'importanza del processo di pianificazione negli scenari temporali e spaziali della mobilità. La mobilità e il diritto ad esercitarla. La relazione tra mobilità e tessuto urbano, socioeconomico, territoriale, ambientale. Il costo sociale del trasporto. Definizione degli obiettivi specifici ai trasporti d'interesse generale

Obiettivi specifici di tipo generale e scenari temporali e spaziali in relazione ai livelli di pianificazione. Livelli di definizione funzionale. La formalizzazione delle procedure per la realizzazione di processo di pianificazione

Dallo studio d'impatto ambientale (V.I.A.) allo sviluppo sostenibile

**II MODULO**

La necessità di individuare un modello matematico di interrelazione tra le attività e la mobilità. La validazione generale dei modelli. Cenni sulla teoria dei sistemi. La teoria e la realtà dei comportamenti individuali: costruzione di un modello interpretativo, dal modello individuale a quello globale.

Alcuni modelli di base nel processo di pianificazione. - Il modello regressivo lineare semplice e multiplo. Il modello gravitazionale. Il modello di Lowry. Il modello di accessibilità. Il modello di ripartizione modale. I modelli di generazione, distribuzione ed assegnazione degli spostamenti. Il modello di ottimizzazione lineare. Il modello del costo generalizzato. Il modello di simulazione dell'inquinamento atmosferico ed acustico del traffico.

La modellistica software disponibile in Dipartimento utilizzabile nel processo di pianificazione

**III MODULO**

Presentazione e discussione di alcuni piani dei trasporti e della viabilità a diversi livelli territoriali e per tipologie di modi di trasporto

Individuazione dell'obiettivo specifico e formalizzazione della metodologia per la soluzione dell'obiettivo. Le fasi di una metodologia di base del processo di pianificazione:

Inventario di tutte le condizioni esistenti. Le variabili socioeconomiche, urbanistico-territoriali, del sistema dei trasporti e delle infrastrutture, del sistema della mobilità, del sistema ambientale e di inquinamento atmosferico e ed acustico. La delimitazione dell'area in studio e relativa zonizzazione per la conoscenza e la valutazione delle variabili: parte conoscitiva e parte di analisi e valutazione.

La modellizzazione della mobilità e la problematica della ripartizione modale. La formazione di un modello di domanda e il processo di assegnazione all'offerta. La verifica di un possibile equilibrio e di validazione dei modelli.

La previsione delle variabili con riferimento all'assetto del territorio, delle attività e della mobilità.

Il progetto specifico all'obiettivo. Gli scenari. La scelta del sistema di trasporto. L'organizzazione temporale. La scelta dell'infrastruttura. La valutazione economica e/o tecnica: l'analisi costi - benefici. Valutazione dal punto di vista economico, sociale ed ambientale: l'analisi VIA (valutazione impatto ambientale) e l'analisi multicriteri.

L'equilibrio tra domanda e offerta. Analisi dei risultati delle modellizzazione e delle scelte progettuali.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni affrontano l'applicazione delle metodologie di base nella modellistica dei trasporti ad un caso reale. Riguardano essenzialmente i modelli lineari semplici e multipli, i modelli di generazione, distribuzione, ripartizione modale ed assegnazione.

Si possono sviluppare altri casi d'interesse degli studenti.

## **BIBLIOGRAFIA**

La specializzazione e la tipologia dei contenuti di pianificazione non consente l'utilizzo di un solo testo. Nel corso delle lezioni e delle esercitazioni saranno disponibili alcuni testi ed alcuni copie di casi reali che saranno oggetto di approfondimento e di discussione. Si segnalano alcuni testi consigliati:

IRSPER, Sistema regionale dei trasporti e programmazione, FRANCO ANGELI 1983

Colin Lee, I modelli nella pianificazione, MARSILIO EDITORE 1984

E. Cascetta - Metodi quantitativi per la pianificazione dei sistemi di trasporto, CEDAM 1990

Zeppetella - Bresso - Gamba, Valutazione Ambientale e processi di decisione, 1993, NIS

Sviluppo della ricerca sui sistemi di trasporto - a cura di E. Cascetta - G. Salerno - FRANCO ANGELI 1995

Amici della terra, Verso una Europa sostenibile, Uno studio dell'Istituto Wippertal, MAGGIOLI EDITORE, 1995

Ortuzar, Willumsen, Modelling transport. WILEY 1996

Garbelli, Valutazione di impatto ambientale, PIROLA 1996

Il trasporto pubblico nei sistemi urbani e metropolitani - a cura di S. Amoroso - A. Crotti - FRANCO ANGELI 1997

## **ESAME**

L'esame è basato sulla prova orale di valutazione e discussione della prova scritta impostata durante le esercitazioni che percorre gli argomenti trattati nel corso.

Anno: 5

Periodo: 2

Impegno (ore totali)

lezioni: 78

esercitazioni e laboratori: 64

Docente:

**Francesco IANNELLI**

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

L'insegnamento affronta gli aspetti progettuali, costruttivi e d'esercizio dei sistemi di trasporto ad impianto fisso e dei nodi terminali e d'interscambio per i passeggeri e le merci, sia nel loro complesso che per elementi costitutivi.

Il corso si articolerà attraverso lezioni, esercitazioni, laboratori, seminari a carattere monografico e visite ad impianti ed aziende del settore.

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

La mobilità, la segmentazione operativa ed i sistemi di trasporto

Classificazione dei sistemi di trasporto convenzionali ed innovativi

Sistemi di trasporto convenzionali, tramvie, metropolitane e ferrovie: potenzialità ed elementi di progetto

Sistemi di trasporto innovativi, people mover e metropolitane a guida automatica: elementi di progetto e caratteristiche funzionali

Progettazione e costruzione degli impianti: elementi giuridici e tecnici

#### **II MODULO**

Impianti a fune aerei e terrestri: riferimenti normativi generali e criteri di progettazione

Le funi metalliche: caratteristiche costruttive e d'impiego

Impianti a fune terrestri

Impianti a fune di tipo monofune ad ammorsamento permanente e ad ammorsamento automatico;

Impianti a fune di tipo bifune

La progettazione con software di calcolo disponibile presso il Dipartimento

#### **III MODULO**

Dimensionamento delle infrastrutture ferroviarie e metropolitane

Dimensionamento funzionale dei nodi d'interscambio passeggeri e merci:

Criteri generali

Le stazioni metropolitane, ferroviarie e portuali

I terminals delle autolinee

Gli interporti, le stazioni di smistamento, i terminals intermodali

Tipologie, caratteristiche dimensionali e riferimenti normativi per la progettazione di parcheggi ed autorimesse

Caratteristiche costruttive ed elementi di dimensionamento dei sistemi di trasporto ettometrici: scale mobili, ascensori, montacarichi e tappeti mobili

#### **IV MODULO**

La teoria della capacità delle strade: dimensionamento delle infrastrutture viabili ed i livelli di servizio per le strade extraurbane e per le strade urbane

I livelli di servizio e gli elementi progettuali per i percorsi ciclo-pedonali

Elementi di progetto delle infrastrutture viabili e delle intersezioni stradali con regolazione passiva, regolazione semaforica e rotatoria

La progettazione con software di calcolo disponibile presso il Dipartimento

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Gli argomenti di esercitazione riguardano lo svolgimento di un progetto sui vari argomenti svolti nel corso delle lezioni inquadrati in un unico progetto organico interessante i vari modi di trasporto.

Si possono sviluppare altri casi d'interesse degli studenti.

## **BIBLIOGRAFIA**

La specializzazione e la tipologia dei contenuti del corso non consente l'utilizzo di un solo testo. Nel corso delle lezioni e delle esercitazioni saranno disponibili alcuni testi tra cui si segnalano:

- Giuseppe VICUNA - Organizzazione e tecnica ferroviaria - CIFI 1986
- Lucio Mayer - Impianti ferroviari. tecnica ed esercizio - CIFI 1993
- Marocchi, Trasporti a fune, Ed. Levrotto & Bella
- D'Armini, Elementi di progetto per impianti a fune, Ed. ESA
- Liberatore, Sistemi di trasporto di massa e tecnologie innovative, Ed. Masson
- Manuali di progettazione delle varie case editrici (Hoepli, Colombo, etc)
- Normativa per la redazione dei progetti di vie navigabili - Navigazione interna n.3 lug/set 1993
- Dispense monografiche redatte a cura del docente
- Normative UNI e Normative tecniche CNR

## **ESAME**

L'esame è basato sulla prova orale e sulla valutazione del progetto eseguito durante le esercitazioni che percorre gli argomenti trattati nel corso.

Anno: 5	Periodo: 2		
Impegno (ore totali)	lezioni: 26	esercitazioni: 20	laboratori: 12
Docente:	<i>da nominare</i>		

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di fornire elementi di *Project management* in edilizia, sviluppando alcuni aspetti essenziali degli appalti (pubblici e privati) di servizi o di lavori.

### **REQUISITI**

Architettura tecnica, Ergotecnica edile

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 5                      esercitazione/laboratorio: 6

La gestione del processo edilizio;

L'appalto:

regolamentazione di riferimento,

documentazione tecnico-amministrativa;

#### **II MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 11                      esercitazione/laboratorio: 15

La programmazione operativa, gestionale ed economica;

Strumenti per la programmazione;

#### **III MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 5                      esercitazione/laboratorio: 5

Concetti di economia generale e finanza, tecniche di valutazione economica dei progetti e delle opere;

Il mercato delle costruzioni;

L'impresa come sistema economico;

I costi di costruzione, le preventivazioni sintetiche ed analitiche;

L'organizzazione dell'offerta e la gestione della commessa;

#### **IV MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 5                      esercitazione/laboratorio: 6

La sicurezza degli operatori di produzione:

programmazione operativa e pianificazione della sicurezza nelle fasi progettuali, contrattuali ed esecutive; costi della sicurezza.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Programmi dei lavori, schematizzazioni e comunicazione;

Applicazione di tecniche reticolari, con dati su base statistica;

Computi metrico-estimativi;

Integrazione dei piani di sicurezza nella programmazione operativa.

**ESAME**

Prova orale, previa verifica del lavoro di esercitazione.

**LABORATORI**

Il corso si propone di fornire elementi di base per la progettazione edilizia, attraverso l'analisi di casi pratici e l'elaborazione di progetti. Le esercitazioni sono svolte in laboratorio, con l'ausilio di strumenti di calcolo e di disegno. Le esercitazioni sono suddivise in quattro fasi: 1) Analisi del sito e del contesto; 2) Progettazione del lotto; 3) Progettazione dell'edificio; 4) Progettazione dell'ambiente urbano. Le esercitazioni sono svolte in laboratorio, con l'ausilio di strumenti di calcolo e di disegno. Le esercitazioni sono suddivise in quattro fasi: 1) Analisi del sito e del contesto; 2) Progettazione del lotto; 3) Progettazione dell'edificio; 4) Progettazione dell'ambiente urbano.

**ESAME**

Il corso si propone di fornire elementi di base per la progettazione edilizia, attraverso l'analisi di casi pratici e l'elaborazione di progetti. Le esercitazioni sono svolte in laboratorio, con l'ausilio di strumenti di calcolo e di disegno. Le esercitazioni sono suddivise in quattro fasi: 1) Analisi del sito e del contesto; 2) Progettazione del lotto; 3) Progettazione dell'edificio; 4) Progettazione dell'ambiente urbano. Le esercitazioni sono svolte in laboratorio, con l'ausilio di strumenti di calcolo e di disegno. Le esercitazioni sono suddivise in quattro fasi: 1) Analisi del sito e del contesto; 2) Progettazione del lotto; 3) Progettazione dell'edificio; 4) Progettazione dell'ambiente urbano.

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**  
L'attività di laboratorio è svolta in laboratorio, con l'ausilio di strumenti di calcolo e di disegno. Le esercitazioni sono suddivise in quattro fasi: 1) Analisi del sito e del contesto; 2) Progettazione del lotto; 3) Progettazione dell'edificio; 4) Progettazione dell'ambiente urbano.

Anno: 3

Periodo: 1

Impegno (ore totali)

lezione: 60

esercitazione: 40

Docente:

**Giorgio ZAVARISE** (Collab.: Mauro BORRI BRUNETTO)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso tratta i temi di base della meccanica dei solidi elastici, partendo dalla definizione dei concetti di azione, vincolo, elemento strutturale, tensione e deformazione. Vengono quindi presentate le equazioni di equilibrio, di congruenza e del legame costitutivo. Queste nozioni consentono di affrontare in modo organico la classificazione delle strutture, la ricerca di eventuali labilità e la determinazione delle sollecitazioni nelle strutture isostatiche. Viene quindi svolto lo studio del solido elastico tridimensionale e la particolarizzazione ai corpi monodimensionali mediante la teoria di Saint Venant. La conoscenza del legame azioni-spostamenti permette quindi di affrontare lo studio delle strutture iperstatiche mediante l'impiego di vari metodi, quali il metodo delle forze e quello degli spostamenti. Infine viene trattato il problema della resistenza dei materiali, e dell'instabilità dell'equilibrio secondo la formulazione di Eulero. L'impostazione generale per la trattazione degli argomenti è orientata all'impiego di metodi di calcolo automatico delle strutture.

### **REQUISITI**

Analisi matematica I e II, Fisica I, Meccanica razionale.

### **PROGRAMMA**

- Richiami di statica e geometria delle aree.
- Cinematica dei sistemi di travi: Vincoli piani; isostaticità, iperstaticità e labilità delle strutture; studio algebrico; studio grafico dei sistemi ad un grado di labilità.
- Sistemi di travi isostatici: Determinazione delle reazioni vincolari con impiego di metodi grafici, delle equazioni cardinali della statica e del Principio dei Lavori Virtuali; definizione delle sollecitazioni interne e tracciamento dei relativi diagrammi; schemi strutturali per archi a tre cerniere, travi Gerber, travature reticolari, strutture chiuse.
- Analisi della deformazione: Tensore delle deformazioni; dilatazioni e scorrimenti; trasformazione delle componenti di deformazione con l'orientamento; direzioni principali di deformazione; dilatazione volumetrica; condizioni di congruenza.
- Analisi della tensione: Tensore di tensione; sforzi normali e di taglio; trasformazione delle componenti di tensione con l'orientamento; direzioni principali di tensione; tensori idrostatico e deviatorico; cerchi di Mohr; stato tensionale piano; equazioni indefinite di equilibrio; equazioni di equivalenza al contorno; Principio dei Lavori Virtuali.
- Legge costitutiva elastica: Elasticità lineare; isotropia; omogeneità; potenziale elastico; costanti elastiche; teoremi di Kirchhoff, Clapeyron e Betti.
- Resistenza dei materiali: Materiali duttili e fragili; diagrammi tensione - deformazione; energia di frattura; criterio di Tresca; criterio di von Mises.
- Teoria di Saint Venant: Ipotesi fondamentali; sforzo normale; flessione retta; sforzo normale eccentrico; flessione deviata; torsione in sezioni circolari, generiche, sottili aperte e chiuse; taglio; equazione differenziale della linea elastica.
- Sistemi di travi iperstatici: Simmetria e anti-simmetria; metodo delle forze; metodo degli spostamenti; distorsioni termiche; travi continue; telai a nodi fissi; telai a nodi spostabili; Principio dei Lavori Virtuali; teorema di Castigliano; teorema di Menabrea.
- Fenomeni di collasso strutturale: Instabilità dell'equilibrio con la trattazione di Eulero; collasso plastico; cenni di meccanica della frattura.

## BIBLIOGRAFIA

Carpinteri, Scienza delle costruzioni, Pitagora, Bologna, 1997.  
Carpinteri, Temi d'esame, Pitagora, Bologna, 1993.

## ESAME

L'esame prevede una prova scritta e una prova orale. Il compito scritto è composto di esercizi articolati in più quesiti (una struttura isostatica, una struttura iperstatica, una verifica di resistenza) Per lo svolgimento del compito non è permessa la consultazione di testi e appunti. La prova orale verte sull'intero programma, compresi eventuali argomenti trattati nelle prova scritta.

Anno: 5	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezione: 4	esercitazione: 4
Docente:	<b>Riccardo NELVA</b>	

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso è diretto a fornire metodi e nozioni relativi all'indagine storica, alla lettura e all'interpretazione critica di fatti architettonici ed urbanistico-territoriali quale necessaria conoscenza per la progettazione in campo architettonico-edilizio e territoriale, nell'ambito delle nuove realizzazioni e del recupero dell'esistente. Vengono toccati successivi periodi della storia architettonica ed urbanistica, incentrando l'attenzione, volta per volta, su uno o più esempi particolarmente significativi, in modo da illustrare sia metodologie di indagine che caratterizzazioni architettoniche. Gli esempi vengono scelti prevalentemente nell'ambito della città e della regione. Il periodo esaminato spazia dall'epoca romana alla fine del XIX sec.

### **REQUISITI**

Disegno, Architettura tecnica

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

- Introduzione: finalità e contenuto del corso. Metodi di analisi di un territorio e di lettura delle caratterizzazioni ambientali e dei fenomeni evolutivi. Metodi di indagine storica e documentaria. L'esempio delle modulazioni territoriali, urbanistiche ed edilizie romane: la centuriazione nel tavoliere torinese, il castrum. Analisi dei legami territoriali e degli aspetti edilizi negli aggregati montani. Dinamica aggregativa e modulazioni edilizie (lez. 4 h, esercit. 4 h).
- Geometrie strutturali e caratterizzazioni dell'edilizia laterizia romana. L'organizzazione territoriale benedettina. Geometrie latenti e strutturazioni statiche nell'architettura gotica; i costruttori di cattedrali: Villard de Honnecourt. Le volte gotiche nervate: intuizione statica e immaginazione formale.(lez. 4 h, esercit. 4 h)
- Architettura rinascimentale. Rapporti tra razionalità, funzionalità e composizione nelle ville venete palladiane. Dal Manierismo al Barocco; urbanistica di disegno unitario di epoca barocca: l'esempio degli ampliamenti di Torino. Edilizia di rappresentanza (lez. 4 h, esercit. 4 h).

#### **II MODULO**

- Architettura e urbanistica neoclassica; l'esempio della Piazza Vittorio Veneto e della Gran Madre di Torino. Fenomeni di trasformazione urbana nel XIX sec., l'abbattimento dei bastioni e la realizzazione dei viali. Evoluzione urbana di Vercelli. Architetture neoclassiche ed eclettiche, esempi in Vercelli, caratteristiche architettoniche, distributive e costruttive. Evoluzione dell'edilizia ospedaliera nel Sette-Ottocento (lez. 6 h, esercit. 8 h).
- L'architettura degli ingegneri: l'edilizia in ferro, i palazzi per esposizione, J. Paxton e il Crystal Palace. Le opere di H. Labrouste. I ponti sospesi. Ingegneria e architettura in A. Antonelli e C. Caselli: tipologie costruttive in laterizio. Strutturazioni statiche e compositive della guglia di S. Gaudenzio a Novara e della Mole di Torino (lez. 6 h, esercit. 4 h).

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni consistono nell'elaborazione di schede di analisi critico-antologica su edifici o complessi architettonici. I temi affrontati sono: il metodo di schedatura critico-antologica: applicazione all'analisi delle strutturazioni territoriali di un'area del Piemonte, modulazioni della

centuriazione del tavoliere torinese; strutturazioni funzionali, statiche e compositive nell'architettura romanica e gotica; strutturazioni distributive, statiche e compositive nell'edilizia residenziale barocca; aspetti statico costruttivi, di illuminazione e di linguaggio compositivo nelle coperture in ferro di grandi spazi pubblici; tipologie distributive e costruttive di edilizia ottocentesca.

Viene anche illustrato l'uso di programmi data-base per documentare e classificare beni edilizi e ambientali.

## BIBLIOGRAFIA

Per ogni argomento monografico delle lezioni verrà fornita l'indicazione bibliografica e il testo di pubblicazioni in tema.

### Testi ausiliari:

A. Cavallari Murat, *Come Carena Viva*, La Bottega d'Erasmus, Torino 1982; N. Pevsner, *Storia dell'architettura europea*, Il Saggiatore, Milano, 1966 e seg.; B. Zevi, *Spazi dell'architettura moderna*, Einaudi, Torino; AA.VV., *Carlo Bernardo Mosca - un ingegnere architetto tra illuminismo e restaurazione*, DICAS-DISET Politecnico di Torino, Guerini e Ass., Milano 1997; R. NELVA, *Caratteri ed evoluzione dell'edilizia ospedaliera nell'Ottocento*, in *La trasmissione delle idee dell'architettura*, Istituto di Urbanistica e Pianificazione dell'Università di Udine, Udine 1991.

## ESAME

Esame orale sui contenuti delle lezioni, previa verifica degli elaborati grafici oggetto delle esercitazioni.

Anno: 5	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezione: 4	esercitazione: 4
Docente:	da nominare	

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso è diretto a fornire metodi e nozioni relativi all'indagine storica, alla lettura e all'interpretazione critica di fatti architettonici ed urbanistico-territoriali quale necessaria conoscenza per la progettazione in campo architettonico-edilizio e territoriale, nell'ambito delle nuove realizzazioni e del recupero dell'esistente. Vengono toccati successivi periodi della storia architettonica ed urbanistica, incentrando l'attenzione, volta per volta, su uno o più esempi particolarmente significativi, in modo da illustrare sia metodologie di indagine che caratterizzazioni architettoniche. Gli esempi vengono scelti prevalentemente nell'ambito della città e della regione.

Il periodo esaminato è il XX sec.

### **REQUISITI**

Disegno, Architettura tecnica

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO: L'ART NOUVEAU E LA DIFFUSIONE DEL CEMENTO ARMATO**

- Introduzione: finalità e contenuto del corso. I movimenti modernisti in Europa e in Italia: l'Art Nouveau, Jugendstil, Secession, Modernismo, Modern Style, le radici del movimento I protagonisti (lez. 4 h, esercit. 4 h).
- Collaborazione tra materiali diversi; i primi esperimenti sui calcestruzzi armati, i sistemi negli USA. La diffusione del cemento armato in Italia, il sistema Hennebique e Monnier, l'impresa G.A. Porcheddu di Torino. Il cemento armato assurge ad architettura: opere di F. Hennebique e di A. Perret. I ponti tipo Risorgimento: esempi torinesi e il prototipo romano. Le strutture a telaio e gli edifici industriali. Aspetti progettuali e realizzativi della Fiat Lingotto. (lez. 4 h, esercit. 4 h).

#### **II MODULO: IL FUNZIONALISMO INTERNAZIONALE**

- Le radici del funzionalismo: l'opera di T. Garnier. Lo sviluppo dell'architettura funzionale in Europa e in America. W. Gropius e la Bauhaus, lo Statuto della Bauhaus. L'Opera di G. Pagano tra tradizione e innovazione. Il Razionalismo in Italia: G. Terragni. H.P. Berlaghe e la scuola olandese. Il razionalismo neoplastico olandese (lez. 8 h, esercit. 8 h).
- Gli strutturisti, Fraissinet, Maillard, P.L. Nervi. L'edificio di Torino Esposizioni e il Palazzo del Lavoro a Torino (lez. 2 h).

#### **III MODULO: I MAESTRI DELL'ARCHITETTURA MODERNA**

- I grandi protagonisti dell'architettura moderna. Le Corbusier, alcune opere esemplificative. Le opere di Mies van der Rohe, il primo periodo neoplastico, le modulazioni geometriche e la congruenza dei particolari costruttivi, gli edifici al I.I.T., edifici residenziali e per uffici. L'architettura organica: F.L. Wright e i legami con la tradizione. La concezione della casa, la distribuzione delle piante, le geometrie ricorrenti, i materiali utilizzati, l'inserimento nella natura. Le opere di F.L. Wright (lez. 6 h, esercit. 8 h).

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni consistono nell'elaborazione di schede di analisi critico-antologica su edifici o complessi architettonici.

I temi affrontati sono: il metodo di schedatura critico-antologica esemplificato sull'analisi di edifici "Art Nouveau"; individualità architettonica ed aspetti edilizi e costruttivi in edifici industriali in calcestruzzo armato, l'esempio dello stabilimento Fiat Lingotto a Torino; legami con la tradizione e legami con il Funzionalismo internazionale in Italia: l'esempio dell'intervento urbano di A. Melis a Vercelli; compresenza di motivi di impostazione funzionale ed aspetti tradizionali in edifici del razionalismo italiano: la casa del Fascio a Como di G. Terragni; aspetti funzionali e sviluppi compositivi razionalizzanti in opere di Le Corbusier; legami con la tradizione e aspetti innovativi dell'architettura di F.L. Wright.

Viene illustrato inoltre l'uso di programmi data-base per documentare e classificare beni edilizi e ambientali.

## **BIBLIOGRAFIA**

Per ogni argomento monografico delle lezioni verrà fornita l'indicazione bibliografica e il testo di pubblicazioni in tema.

### *Testi ausiliari:*

A. Cavallari Murat, Come Carena Viva, La Bottega d'Erasmus, Torino 1982; N. Pevsner, Storia dell'architettura europea, Il Saggiatore, Milano, 1966 e seg.; B. Zevi, Spazi dell'architettura moderna, Einaudi, Torino; R. Nelva, B. Signorelli, Avvento ed evoluzione del calcestruzzo armato in Italia, AITEC, Milano 1990; R. Nelva, B. Signorelli, Le opere di Pietro Fenoglio tra eclettismo e Art Nouveau, Dedalo, Bari 1979.

## **ESAME**

Esame orale sui contenuti delle lezioni, previa verifica degli elaborati grafici oggetto delle esercitazioni.

Anno: 5	Periodo: 2
Impegno (ore sett.)	lezione: 5      esercitazione, laboratorio: 3
Impegno (ore totali)	lezione/esercitazione/laboratorio: 52
Docente:	<b>Gian Vincenzo FRACASTORO</b> (Dipartimento di Energetica)

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

La qualità dell'ambiente, inteso sia come spazio esterno e sia come spazio confinato (abitazioni, luoghi di lavoro, locali pubblici ecc.), è oggetto di grande attenzione da parte del mondo scientifico-professionale e dalla società in generale, come testimoniato fra l'altro dal grande sviluppo della legislazione in materia.

Il corso si rivolge agli allievi ingegneri che intendano acquisire le conoscenze di base e gli strumenti operativi per poter affrontare problemi quali la climatizzazione, la ventilazione degli edifici civili ed industriali, il controllo del rumore.

### **REQUISITI**

Fondamenti di matematica. Elementi di fisica e chimica. Fisica Tecnica.

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

Benessere termoisgrometrico in ambienti moderati. Flussi termici scambiati tra il corpo e l'ambiente. Definizioni di met e di clo. Temperatura media radiante e temperatura operativa. Diagrammi di comfort e di discomfort. Equazione del comfort. Voto medio previsto (PMV) e percentuale media di insoddisfatti. Stress termico in ambienti severi.

#### **II MODULO**

Qualità dell'aria interna. Definizioni e generalità. Fonti di inquinamento indoor. Effetti degli inquinanti. Impianto generale di estrazione: bilancio di massa sull'ambiente nel caso ideale di perfetta miscelazione. Portata di ventilazione necessaria per non superare un certo TLV. Efficienza di ventilazione: casi ideali di perfetta miscelazione e di perfetta dislocazione. Qualità dell'aria percepita secondo la teoria di Fanger. Ambiente di lavoro: definizione dei livelli massimi ammissibili di inquinamento per i diversi tipi di inquinanti.

#### **III MODULO**

Calcolo carichi termici invernali degli edifici secondo la norma UNI 7357. Temperature interne ed esterne di progetto. Disperdimenti verso il suolo. Ponti termici. Calcolo del flusso disperso. Calcolo di Cd e Cv. Gradi giorno e valori limite per i Cd. Calcolo del fabbisogno di energia secondo la norma UNI 10344. La legge 10 ed il DPR. 412. Il Fabbisogno Energetico Normalizzato (FEN). Parametri climatici esterni. Calcolo del carico termico estivo. Ombre portate. Equazioni di bilancio termoisgrometrico di un ambiente. Metodo risolutivo semplificato delle funzioni di trasferimento periodiche. Metodo dei fattori di accumulo. Calore sensibile e calore latente.

#### **IV MODULO**

Acustica: richiami di acustica fisica e fisiologica. Fonoassorbimento e fonoisolamento. Effetti del rumore sull'uomo. Metodi teorici e sperimentali per la valutazione del rumore in ambiente confinato e in campo libero. Rumore da traffico su strada e rotaia, rumore nei centri abitativi: normativa. Riferimenti legislativi. Interventi di bonifica ambientale. Silenziatori attivi e passivi.

Protezione dal rumore negli ambienti di lavoro: metodologie di intervento sul rumore alla fonte e sull'ambiente; mezzi individuali di protezione.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni in aula consistono in elaborazioni di calcolo relative agli argomenti sviluppati a lezione.

Vengono inoltre svolti i seguenti laboratori sperimentali:

- analisi del microclima interno
- qualità dell'aria e indici di ventilazione
- rumore

## **BIBLIOGRAFIA**

Appunti e documentazione varia.

G. Alfano, F. D'Ambrosio, F. de Rossi, Fondamenti di benessere termoisometrico, CUEN, Napoli.

G. Alfano, M. Filippi, E. Sacchi, Impianti di climatizzazione per l'edilizia, Masson.

G. Moncada Lo Giudice, M. Coppi, Benessere Termico e Qualità dell'Aria Interna, MASSON.

E. Bettanini, P.F. Brunello, Lezioni di Impianti Tecnici, vol I e II

A. Cavallini, Il controllo del rumore negli impianti di climatizzazione, AERMEC

## **ESAME**

L'esame consisterà in una discussione sul lavoro di esercitazione eseguito, accompagnata da richiesta di approfondimento teorico di alcuni argomenti così come sviluppati a lezione.

Anno: 5	Periodo: 2	
Impegno (ore sett.)	lezione: 5	esercitazione, laboratorio: 3
	(ore totali):	lezione/esercitazione/laboratorio: 52
Docente:	<b>Marco PERINO</b> (Dipartimento di Energetica)	

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

La qualità dell'ambiente, inteso sia come spazio esterno e sia come spazio confinato (abitazioni, luoghi di lavoro, locali pubblici ecc.), è oggetto di grande attenzione da parte del mondo scientifico-professionale e dalla società in generale, come testimoniato fra l'altro dal grande sviluppo della legislazione in materia.

Il corso si rivolge agli allievi ingegneri che intendano acquisire le conoscenze di base e gli strumenti operativi per poter affrontare problemi quali la climatizzazione, la ventilazione degli edifici civili ed industriali, il controllo del rumore.

### **REQUISITI**

Fondamenti di matematica. Elementi di fisica e chimica. Fisica Tecnica.

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

Tipologie di impianti di riscaldamento. Impianti ad acqua: tipi, criteri di scelta e regolazione. Impianti a pannelli radianti. Caratteristiche dei componenti. Componenti per la sicurezza ed il controllo. Cenni di dimensionamento.

#### **II MODULO**

Impianti di climatizzazione: a sola aria, a sola acqua, misti; condizionatori autonomi. Caratteristiche componenti, criteri di scelta. Recuperatori termici, dispositivi di regolazione degli impianti. Torri evaporative: tipi, utilizzo del pacco di riempimento, scelta. Cenni di dimensionamento.

#### **III MODULO**

Classificazione delle reti e tipologie costruttive. Cenni sul dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi. Velocità nelle tubazioni. Bilanciamento degli impianti. Filtri e filtrazione dell'aria.

#### **IV MODULO**

Impianti di estrazione locali: cappe. Velocità di cattura, portata richiesta. Bilanciamento dell'impianto di estrazione. Impianti di ventilazione generali: tipologie, criteri di scelta.

#### **V MODULO**

Ambiente esterno - Atmosfera. Definizione di inquinamento atmosferico. Terminologia. Inquinamento outdoor: classificazioni degli inquinanti. Standards di qualità dell'aria. Particolato: sorgenti, effetti, standards vigenti. Misure sul particolato. Depurazione a secco ed a umido. Abbattimento di vapori e gas: apparecchi ad assorbimento. Ossidi di zolfo: sorgenti, effetti, standards vigenti, metodi di monitoraggio. Ossidi di azoto; fenomeno delle piogge acide; composti organici del carbonio. Ossidanti fotochimici e loro effetti; composti inorganici del carbonio: ciclo di trasformazione della CO<sub>2</sub>, effetto serra. CO; cloro e fluoro. Radioattività, odori.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono in elaborazioni di calcolo relative agli argomenti sviluppati a lezione. Esercitazioni di laboratorio sui filtri. Visita tecnica ad impianti di climatizzazione di particolare interesse.

## BIBLIOGRAFIA

Appunti del corso.

A. Monte, Impianti Industriali, vol. I e II

E. Bettanini, P.F. Brunello, Lezioni di Impianti Tecnici, vol I e II

Isedi, Impianti Tecnici di Esercizio Industriale

G. Moncada Lo Giudice, L. De Santoli, Progettazione di Impianti Tecnici, MASSON

G. Alfano, M. Filippi, E. Sacchi, Impianti di climatizzazione per l'edilizia, Masson.

G. Moncada Lo Giudice, M. Coppi, Benessere Termico e Qualità dell'Aria Interna, MASSON.

## ESAME

L'esame consisterà in una discussione sul lavoro di esercitazione eseguito, accompagnata da richiesta di approfondimento teorico di alcuni argomenti così come sviluppati a lezione.

Anno: 3

Periodo: 2

Docente:

Paolo VALLINI

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso è successivo all'insegnamento di *Scienza delle costruzioni*, di cui si ritiene essenziale la conoscenza, e si propone di fornire gli elementi fondamentali per la progettazione ed il controllo di sicurezza delle strutture in cemento armato ed in acciaio, in accordo con la normativa europea, di prossima adozione anche in Italia.

### **PROGRAMMA**

Nella parte iniziale si prende in esame la schematizzazione strutturale per l'analisi con metodo delle forze, anche con ampie applicazioni a calcolatore presso il laboratorio informatico.

Nella seconda parte si analizzano i criteri di dimensionamento e controllo di sezioni in acciaio e cemento armato (ordinario e precompresso).

Nella terza parte si forniscono gli elementi per la scelta tipologica delle strutture, con esemplificazioni dettagliate per membrature in acciaio, in calcestruzzo armato e precompresso.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Sono previsti ampi supporti di calcolo automatico per le elaborazioni numeriche.

### **BIBLIOGRAFIA**

G. Ballio, F. Mazzolani, *Costruzioni in acciaio*, UTET, Torino.

A. Migliacci, F. Mola, *Progetto agli stati limite delle strutture in CA*, Masson, Milano.

C. Cestelli Guidi, *Cemento armato precompresso*, Hoepli, Milano.

R. Walther, M. Miembradt, *Progettare in calcestruzzo armato*, Hoepli, Torino.

Anno: 4	Periodo: 2		
Impegno (ore sett.)	lezione: 4	esercitazione: 4	laboratorio: 3
Docente:	da nominare		

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso ha lo scopo di fornire i fondamenti dell'ingegneria dei trasporti attraverso la trattazione delle principali teorie che stanno alla base della pianificazione, della tecnica e della gestione dei sistemi di trasporto.

Si configura pertanto come corso formativo e informativo di settore e propedeutico per i corsi specialistici del 5° anno.

### REQUISITI

Istituzioni di economia (Civ.) - Meccanica applicata alle macchine/Macchine - Elettrotecnica - Ricerca Operativa

### PROGRAMMA

#### I MODULO: ELEMENTI DI ECONOMIA DEI TRASPORTI E DELLE IMPRESE DI TRASPORTO

Impegno (ore)                      lezione: 20                      esercitazione: 12

- Le basi storiche dell'attuale assetto dei trasporti. La politica dei trasporti in Italia e nei paesi industrializzati. L'organizzazione dei trasporti in Italia (*lez. 8 h, esercit. 0 h*).
- La spesa nazionale nel settore trasporti ed il conto nazionale dei trasporti. Le forme di mercato e le sue imperfezioni. I costi di produzione. Le tariffe. Le sovvenzioni alle imprese, la politica fiscale. Analisi della domanda e dell'offerta di trasporto (*lez. 8 h, esercit. 0 h*).
- I Bilanci e gli indicatori gestionali. Costi e ricavi totali, medi e marginali. Punto di pareggio e di massimo profitto. Organizzazione delle imprese (*lez. 4 h, esercit. 12 h*).

#### II MODULO: ELEMENTI DI TECNICA DEI TRASPORTI: IL MOTO ED IL DEFLUSSO DEI VEICOLI TERRESTRI

Impegno (ore)                      lezione: 20                      esercitazione: 20

- Caratteristiche e prestazioni dei veicoli terrestri. Il moto del veicolo: forze attive e resistenze. Caratteristiche meccaniche dei motori di trazione. Fasi caratteristiche del *moto* (*lez. 8 h, esercit. 10 h*).
- Caratteristiche e prestazioni delle infrastrutture stradali e ferroviarie. Le teorie del deflusso: capacità e potenzialità di trasporto. I sistemi a guida libera e a guida vincolata. Sistemi di esercizio e regimi di circolazione. (*lez. 8 h, esercit. 6 h*).
- Le prestazioni dei sistemi di trasporto. Sistemi di trasporto integrati, nodi di interscambio, intermodalità. I trasporti metropolitani. Il dimensionamento dei servizi. Le risorse per la produzione del trasporto (*lez. 4 h, esercit. 4 h*).

#### III MODULO: ELEMENTI PROPEDEUTICI ALLA PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI E LA VALUTAZIONE DEGLI INVESTIMENTI E DEI PROGETTI

Impegno (ore)                      lezione: 8                      esercitazione: 12

- La statistica descrittiva e induttiva: probabilità, distribuzioni di frequenza. Il campionamento (*lez. 2 h, esercit. 6 h*).

- L'interpolazione. La regressione. La correlazione (*lez. 0 h, esercit. 4 h*).
- Le serie storiche: trend e componenti della serie. Metodi previsionali: curva ad occhio, media mobile, metodi regressivi, exponential smoothing. (*lez. 0 h, esercit. 4 h*).
- Modelli di domanda e di offerta. Modelli previsionali. Tecniche quantitative per la pianificazione dei trasporti (*lez. 4 h, esercit. 0 h*).
- L'analisi finanziaria. L'analisi economica. L'analisi costo-efficienza (*lez. 4 h, esercit. 4 h*).

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni consistono nello svolgimento di esercizi relativi ai temi trattati in modo teorico a lezione. Alcune esercitazioni comprendono sia la spiegazione teorica dell'argomento che l'applicazione pratica (es. il modulo propedeutico alla pianificazione dei trasporti).

## **BIBLIOGRAFIA**

Per ogni argomento verranno fornite le dispense e l'indicazione bibliografica ed il testo di pubblicazioni in tema.

*Testi ausiliari:*

Mario Del Visco: "Economia dei Trasporti" UTET;

Vincenzo Torrieri: "Analisi del sistema dei trasporti" FALZEA, Reggio Calabria;

Marino De Luca: "Tecnica ed Economia dei Trasporti" CUEN, Napoli.

## **ESAME**

Prova d'esame scritta e orale.

**Esame scritto:** risoluzione di esercizi su argomenti trattati nelle esercitazioni, senza possibilità di consultazione di testi e appunti.

1. È previsto un accertamento a fine corso che permette di non sostenere la prova scritta, qualora risulti sufficiente.

Tale accertamento è valido per l'intero anno accademico.

2. Per ciascuna sessione d'esame vi sarà una sola prova scritta nel primo appello che darà la possibilità di sostenere la prova orale in qualsiasi appello della medesima sessione.

**Esame orale:** per l'ammissione alla prova orale occorre aver superato con esito almeno sufficiente la prova scritta.

Anno: 4,5

Periodo: 1

Impegno (ore totali):

lezioni: 52

esercitazioni: 52

laboratori: 10

Docente:

**Enrico DESIDERI****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di introdurre gli studenti alle tematiche dell'urbanistica, delle tecniche urbanistiche per la pianificazione del territorio e del processo di pianificazione urbanistica, fornendo un quadro di riferimento delle vicende salienti dell'esperienza urbanistica in Italia ed all'estero. D'intesa con il docente saranno definiti, all'inizio del corso, i temi di ricerca, da sviluppare durante le esercitazioni a singoli gruppi e che potranno riguardare l'analisi diretta di un ambiente geografico e delle sue composite componenti di umanizzazione (fattori sociologici, ambientali, organizzativi, formali ecc.).

**PROGRAMMA****I MODULO**

Impegno (ore)

lezione: 10

esercitazione: 8

Introduzione all'urbanistica: dalla genesi delle città allo sviluppo della città moderna, con particolare riferimento ai problemi legati alla tecnica ed alla pianificazione urbanistica. La Grecia e la pianificazione ellenistica, Roma e la sua opera di pianificazione, l'alto Medioevo ed il risveglio della città-stato comunale, la trattatistica e le realizzazioni urbanistiche del Rinascimento. Il Settecento: cultura e sviluppi economici, città di residenza e città di colonizzazione. Le grandi trasformazioni ottocentesche, Parigi, il Ring di Vienna e l'azione di Camillo Sitte. Da Owen alla città giardino e all'urbanistica moderna. La città cablata.

L'evoluzione degli studi urbanistici: contributi delle discipline sociologiche, storiche, geografiche ed economiche. Il pensiero urbanistico e gli schemi ideali: il movimento razionalista, la carta di Atene, il piano di Amsterdam, Broadacre City e le nuove città dell'epoca contemporanea.

**II MODULO**

Impegno (ore)

lezione: 10

esercitazione: 10

Le problematiche dell'edilizia e dei relativi standard. Traffico, strade e circolazione. Le piazze, loro caratteri e requisiti. Caratteri delle strade urbane: andamento planimetrico, orientamento, andamento altimetrico, sezioni stradali urbane: strade ed edilizia. La circolazione stradale, aree pedonali, trasporti urbani pubblici su strada o in sotterranea (metropolitane).

Le infrastrutture urbane e gli *standard* urbanistici. Zone verdi e tempo libero: giardini e parchi pubblici, campi di gioco e zone sportive, dotazione e distribuzione del verde nei complessi urbani, sistemi organici del verde.

La progettazione delle opere di urbanizzazione primaria e secondaria: la legislazione delle opere pubbliche e la predisposizione degli elaborati progettuali, di contabilità e di collaudo.

**III MODULO**

Impegno (ore)

lezione: 17

esercitazione: 18

Obiettivi e attuazione della pianificazione territoriale ed urbanistica: gli esempi più significativi.

Lineamenti generali e livello della pianificazione urbanistica: lineamenti di piano nazionale, piani territoriali di coordinamento, piani comprensoriali, sub-regionali, settoriali. Piani regolatori e strumenti urbanistici esecutivi. L'evoluzione urbanistica italiana prima e dopo la legge generale n. 1150 del 1942.

La pianificazione urbanistica e le risorse ambientali: la strumentazione urbanistica e la tutela del paesaggio.

#### **IV MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 8                      esercitazione: 10

Introduzione all'elaborazione automatica dei dati territoriali: l'informatica come strumento per la cartografia ed il governo del territorio. Applicazioni nel campo della pianificazione urbanistica generale (PRGC) e strumentazione urbanistica esecutiva (Piani Particolareggiati, Piani Esecutivi Convenzionati ecc.). Gestione della certificazione urbanistica informatizzata e gestione delle pratiche edilizie negli uffici tecnici comunali collegati alla informatizzazione del PRGC.

#### **V MODULO**

Impegno (ore)                      lezione: 7                      esercitazione: 6

Uso agricolo ed urbano del suolo: rendite economiche e rendite di posizione.

Il processo di urbanizzazione e crescita del sistema di città. Funzioni urbane e classificazione funzionale della città. Le funzioni centrali e la teoria del *central place*. Le teorie della localizzazione industriale.

Il ruolo dei modelli nel processo di pianificazione: principi per la progettazione e l'uso dei modelli.

La valutazione di impatto ambientale: applicazioni a livello locale e nazionale, raffronti tra normativa italiana e normativa estera.

La pianificazione territoriale in Occidente, con particolare riferimento ai paesi anglosassoni (Gran Bretagna e Stati Uniti) ed all'Europa continentale (Francia, Svizzera, Germania, Olanda, Belgio, Grecia).

Innovazione tecnologica e trasformazioni territoriali. I poli scientifico tecnologici. Tecnopoli e Tecnòpoli.

Il governo delle aree metropolitane: legislazione italiana, ed esempi di legislazioni estere. Illustrazione di esempi significativi di trasformazioni urbane e metropolitane nei paesi occidentali e nei paesi in via di sviluppo.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni saranno sviluppate in modo tale da consentire allo studente l'acquisizione di capacità progettuali per la predisposizione di Strumenti Urbanistici Esecutivi e di progetti di gestione territoriale collegati alla pianificazione urbanistica e territoriale. Indagini e rilievi di tipologie urbanistiche e raffronti con modelli illustrati a lezione. Ricerche finalizzate alla comprensione di particolari problemi e temi sviluppati a lezione, per una migliore comprensione della realtà operativa professionale. Le esercitazioni di laboratorio informatico verranno svolte dal docente come parte integrante e applicativa di alcuni argomenti trattati durante le lezioni e inserite di conseguenza nell'orario ufficiale.

### **BIBLIOGRAFIA**

Durante il corso saranno messe a disposizione degli allievi dispense settoriali degli argomenti trattati: di volta in volta sarà fornita ampia bibliografia per l'approfondimento dei singoli temi.

### **ESAME**

È prevista nella seconda parte del corso una prova scritta facoltativa, il superamento della quale comporta l'esonero dalla prova scritta dell'esame finale. Tale prova può essere ripetuta alla fine del corso (durata della prova un'ora e mezza: non sono consultabili appunti o libri di testo).

Anno: 3

Periodo: 1

Impegno (ore totali)

lezioni: 85

esercitazioni: 20

Docente:

**Carlo ANTONIONE** (Collaboratore: Monica FERRARIS)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il Corso intende fornire agli allievi ingegneri civili le conoscenze di base sulle varie classi di materiali strutturali e funzionali, e sulle loro proprietà. Particolare attenzione è data ai materiali di maggior interesse per l'ingegneria civile ed in primo luogo ai cementi ed agli altri leganti.

### **COURSE INTRODUCTION**

The course aims to provide the basic knowledge on the main classes of structural and functional materials, and on their properties. Attention is given to the materials more used in civil engineering, first of all to cements and concrete.

### **REQUISITI**

Analisi Matematica I, Fisica I e II, Chimica

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO: STRUTTURA E PROPRIETÀ DEI MATERIALI**

Materiali: definizioni e tipi. Relazioni tra tipo di legame chimico e proprietà dei materiali. Struttura dei materiali: reticoli cristallini, struttura amorfa, difetti reticolari. Proprietà meccaniche e proprietà termiche. Difetti reticolari e proprietà meccaniche. Trasformazioni dei materiali: nucleazione e crescita; effetto della temperatura. Cenni ai diagrammi di stato.

*(Lezioni, esercitazioni, laboratori: 25 ore; attività assistita in aula: 5 ore)*

#### **II MODULO: DESCRIZIONE ED ASPETTI APPLICATIVI DEI DIVERSI TIPI DI MATERIALI**

Materiali ceramici: composizione, materie prime, produzione, proprietà. Refrattari. Ceramici avanzati.

Stato vetroso; vetri.

Materiali metallici: struttura e proprietà. Soluzioni solide, composti intermetallici. Leghe ferrose: diagramma Fe-C, ghise, acciai, trattamenti termici e tempra; cenni ai processi di produzione. Leghe leggere (a base Al, Ti, Mg), leghe di rame (bronzi, ottoni), metalli e leghe per alta temperatura.

Materiali polimerici: tipi diversi di polimerizzazione; copolimeri; additivi; formatura. Gruppi principali di materie plastiche. Aspetti particolari delle proprietà meccaniche.

Materiali compositi: a matrice ceramica, metallica, polimerica, vetrosa. Rinforzanti a particelle, a fibre, a whisker. I carburi cementati ("hard metals").

Cenni a: legno, vernici e pitture, prodotti bituminosi, combustibili, lubrificanti.

Acque: alcune definizioni; trattamenti principali.

*(Lezioni, esercitazioni, laboratori: 35 ore; attività assistita in aula: 10 ore)*

#### **III MODULO: MATERIALI LEGANTI O CEMENTANTI.**

Leganti aerei e idraulici. Analogie e differenze con ceramici. Definizioni su presa ed indurimento.

Leganti aerei: la calce. Materie prime, produzione. Spegnimento della calce viva. Malta di calce; presa ed indurimento. Grassello, latte di calce.

Leganti aerei: il gesso. Materie prime, cottura del gesso e reazioni di disidratazione. Tipi di gesso. Presa ed indurimento.



Anno: 4

Periodo: 2

Docente:

Crescentino BOSCO

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di dare una preparazione specifica nella progettazione delle strutture in calcestruzzo armato e precompresso. I procedimenti di calcolo sono basati sul metodo semiprobabilistico agli stati limite quale contemplato nell'*Eurocodice 2*, nel *Model code CEB* e nella vigente normativa italiana. Le esercitazioni sono rivolte all'applicazione della teoria e alla redazione di progetti strutturali.

### REQUISITI

Scienza delle costruzioni e Tecnica delle costruzioni 1; auspicabile: Scienza delle costruzioni 2.

### PROGRAMMA

Proprietà dei materiali (calcestruzzo, acciaio per *c.a.* e *c.a.p.*, con riferimento alle norme CEN).

Azioni (normativa italiana ed Eurocodice 10).

Richiami di sicurezza; metodo agli stati limite.

Determinazione degli effetti della precompressione.

Calcolo delle sollecitazioni (calcolo non lineare, calcolo elastico lineare con redistribuzione, calcolo plastico).

Verifiche agli stati limite ultimi (sforzo normale, flessione, taglio, torsione, punzonamento).

Verifiche agli stati limite di esercizio (fessurazione, deformazione, tensioni in esercizio).

Effetti del secondo ordine (colonne singole e telai).

Durabilità delle strutture.

Disposizioni costruttive.

Solai misti, precompressione parziale, esempi progettuali.

### BIBLIOGRAFIA

F. Leonhardt, *C.a. e c.a.p.: calcolo di progetto e tecniche costruttive*, Ed. di Scienza e tecnica.

A. Migliacci *Progetti di strutture*, Masson.

A. Migliacci F. Mola, *Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.*, Masson.

C. Cestelli Guidi, *Cemento armato precompresso*, Hoepli.

## **S6020 TOPOGRAFIA**

Anno: 2	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezioni: 4	esercitazioni e laboratori: 7
Docente:	<b>Ambrogio Maria MANZINO</b>	

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso, essenzialmente propedeutico, si propone di fornire una preparazione di base per l'esecuzione delle moderne tecniche di rilievo topografico e fotogrammetrico ed il trattamento statistico delle misure. Particolare attenzione viene rivolta alle moderne strumentazioni topografiche ed alle tecniche di posizionamento rivolte alla progettazione, come ad esempio la costruzione di carte tecniche od il tracciamento di grandi infrastrutture. Il corso si svolge con lezioni teoriche, esercitazioni di calcolo, laboratorio ed attività di campagna per l'uso pratico delle strumentazioni.

### **REQUISITI**

Si richiede allo studente il possesso delle nozioni fornite dai corsi di Analisi matematica, Geometria e Fisica 1.

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO: GEODESIA E CARTOGRAFIA**

Impegno (ore totali) lezione: 18 esercitazione in aula: 16

Elementi di geodesia. Il problema del posizionamento, le superfici di riferimento, il campo di gravità, il campo gravimetrico ed il campo anomalo, l'ondulazione del geoide. Dimensioni dello sferoide, sistemi di coordinate.

Le misure nel campo geodetico. Le sezioni normali, i raggi di curvatura. I teoremi della geodesia operativa.

Cartografia: la rappresentazione, le proiezioni, le equazioni delle carte, moduli di deformazione, la carta di Gauss.

#### **II MODULO: TRATTAMENTO DELLE OSSERVAZIONI**

Impegno (ore totali) lezione: 18 esercitazione: 20

Elementi di statistica. Misure dirette, indirette e condizionate, media e varianza, trasformazioni di v.c., le v.c. più comuni. Il teorema della media, il teorema della propagazione della varianza, la correlazione lineare. Trattamento delle osservazioni. Il principio MQ applicato alle reti. Il progetto delle reti. Il calcolo e la progettazione automatica delle reti. Operazioni di rilievo topografico.

#### **III MODULO: STRUMENTI E METODI MODERNI DI MISURA**

Impegno (ore totali) lezione: 16 esercitazione: 18

Le livellazioni, la misura elettronica delle distanze, la misura moderna delle direzioni angolari. Le operazioni di rilievo di reti topografiche per la cartografia e per il controllo delle deformazioni di strutture.

Tecniche di rilievo GPS. La misura GPS. Il segnale, il progetto del rilievo GPS. L'equazione del codice e quella della fase. Tecniche di eliminazione dei bias. La differenziazione. Il trattamento dei dati, il sistema di riferimento, la precisione delle misure.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni consistono in parte nello svolgimento di alcuni esercizi in aula o presso i LAIB informatici, ed in parte nell'esecuzione di operazioni di misura all'esterno.

### **Esercitazioni in aula:**

Esercizi di geodesia, di geometria dell'ellissoide, cambio di sistemi di riferimento, poligonali. Cartografia: Calcolo delle coordinate cartografiche date le geografiche e viceversa; calcolo dei moduli di deformazione, della convergenza delle trasformate, degli angoli alle corde. Esercizi di statistica e trattamento delle misure: calcolo dei momenti di una variabile doppia e dell'indice di correlazione lineare. Precisione delle misure: applicazione del teorema della media e della propagazione della varianza ad esempi specifici. Trattamento delle osservazioni: minimi quadrati: reti di livellazioni; reti planimetriche e reti piano altimetriche; utilizzo di un programma di compensazione (esercitazione al LAIB)

### **Esercitazioni esterne**

Il rilievo topografico. Gli strumenti e le operazioni di rilievo: le livellazioni geometriche, il livello, i livelli elettronici: la lettura digitale della stadia. Il teodolite tradizionale ed il teodolite elettronico. I distanziometri ad onde EODM.. Gli strumenti GPS.

### **Attività assistita**

Gli studenti sono seguiti dal docente e dal coadiutore per domande e chiarimenti e per quanto concerne il programma del corso di lezione, delle esercitazioni in aula, e delle esercitazioni esterne. Viene seguito lo svolgimento degli esercizi e dei problemi non risolti nelle ore di didattica tradizionale.

## **BIBLIOGRAFIA**

Dispense di lezione ed esercitazione stampate a cura del docente.

Le dispense sono anche fornite gratuitamente via rete all'indirizzo FTP [ftg.polito.it](ftp.ftg.polito.it), user=anonymous, password=Email.

*Testi ausiliari, per approfondimenti:*

G. Bezoari, C. Monti, A. Selvini, Topografia e cartografia. CLUP, Milano, 1978

G. Bezoari, A. Selvini, Strumenti topografici, Liguori, 1995

G. Inghilleri, Topografia generale, UTET, 1974 (disponibile solo in Biblioteca)

## **ESAME**

L'esame consiste in un colloquio relativo al corso di lezioni ed esercitazioni, della durata di circa 20 minuti, durante il quale si saggia la preparazione dello studente anche con piccoli esercizi od esempi concreti.

## ANALISI MATEMATICA III (r)

corso riformato

Periodo 2

lezioni: 6

da novembre

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI INGEGNERIA ELETTRONICA

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Questo corso presenta i principali risultati della teoria delle funzioni olomorfe e delle trasformazioni integrali, visti come applicazioni della teoria delle forme differenziali alle funzioni definite sul piano complesso. Vengono successivamente introdotte le trasformazioni di Fourier e Laplace, gli integrali di funzioni reali e di distribuzioni, le soluzioni fondamentali di equazioni differenziali.

## REQUISITI

Analisi Matematica II

## PROGRAMMA

- *Revisione delle proprietà delle funzioni di due variabili reali.*
- *Teoria degli integrali di curva e forme differenziali.*
- *Funzioni di variabile complessa.*
- *Funzioni di variabile complessa: limiti e continuità.*
- *Classificazione delle funzioni di variabile complessa: trasformazioni di Joukowski, Poincaré.*
- *Indice di una curva rispetto ad un punto.*
- *Funzioni elementari.*
- *Equazioni di Cauchy-Riemann e teorema di Cauchy.*
- *Significato geometrico della derivata: trasformazioni conformali.*
- *Integrale di Cauchy e teorema del valor medio.*
- *Serie di potenze. Zerò di funzioni analitiche. Funzioni olomorfe e serie di potenze. Posizione armonica. Teoremi di Morera e Weierstrass.*
- *Principio del massimo modulo e teorema di Liouville.*
- *Punti regolari.*
- *Singolarità isolate. Sviluppo in serie di Laurent. Poli e singolarità essenziali.*
- *Residui.*
- *Teorema dei residui e tecniche per la loro determinazione.*
- *Trasformata di Laplace.*
- *Proprietà e applicazioni della trasformata di Laplace.*
- *Applicazioni allo studio di equazioni differenziali lineari. Coefficiente.*
- *Teoremi del valore iniziale e finale.*
- *Il problema dell'antitrasformazione e la formula di Mellin.*
- *Trasformata di Fourier.*
- *Principali proprietà della trasformata di Fourier.*

## T0232 ANALISI MATEMATICA II

VEDI S0232 ANALISI MATEMATICA II

## T0234 ANALISI MATEMATICA III (r) (corso ridotto)

Anno: 2	Periodo: 2	
Impegno (ore sett.)	lezioni: 6	esercitazioni: 4
Docente:	da nominare	

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso presenta i principali risultati della teoria delle funzioni olomorfe e delle trasformazioni conformi, visti come applicazioni della teoria delle forme differenziali alle funzioni definite sul piano complesso. Vengono successivamente introdotte le trasformazioni di Fourier e Laplace, gli spazi di funzioni *test* e di distribuzioni, le soluzioni fondamentali di equazioni differenziali.

### REQUISITI

Analisi matematica II

### PROGRAMMA

*Richiami sulle proprietà delle funzioni di due variabili reali.*

Topologia. Integrali di curva e forme differenziali.

*Funzioni di variabile complessa.*

Funzioni di variabile complessa: limiti e continuità.

Rappresentazione delle funzioni di variabile complessa: trasformazioni di insiemi. Primitive.

Indice di una curva rispetto ad un punto.

*Funzioni olomorfe.*

Equazioni di Cauchy-Riemann e teorema di Cauchy.

Significato geometrico della derivata: trasformazioni conformi.

Formula integrale di Cauchy e teorema del valor medio.

Serie di potenze. Zeri di funzioni analitiche. Funzioni olomorfe e serie di potenze. Funzioni armoniche. Teoremi di Morera e Weierstrass.

Principio del massimo modulo e teorema di Liouville.

*Punti singolari.*

Singolarità isolate. Sviluppi in serie di Laurent. Poli e singolarità essenziali.

*Residui.*

Teorema dei residui e tecniche per la loro determinazione.

*Trasformata di Laplace.*

Proprietà e regolarità della trasformata di Laplace.

Applicazioni allo studio di equazioni differenziali lineari. Convulsione.

Teoremi del valore iniziale e finale.

Il problema dell'antitrasformazione e la formula di Mellin.

*Trasformata di Fourier.*

Principali proprietà della trasformata di Fourier.

Tecniche per il calcolo di trasformate di Fourier. Teorema di Riemann–Lebesgue. Convoluzione. Trasformata di Fourier e derivazione.

Antitrasformata e formula integrale di Fourier. Formula di Parseval.

### **Distribuzioni.**

Spazio delle funzioni *test*. Spazio delle distribuzioni. La distribuzione *delta* di Dirac.

Derivazione di distribuzioni. Trasformata di Fourier di distribuzioni.

Soluzione fondamentale di una equazione differenziale.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni verteranno su:

Le trasformazioni fondamentali. Integrali di curva sul piano complesso.

Applicazioni del teorema di Cauchy al calcolo di integrali reali.

Calcolo di sviluppi in serie di potenze e in serie di Laurent.

Applicazioni del teorema dei residui al calcolo di integrali reali.

Calcolo esplicito di alcune trasformate di Fourier e Laplace.

Applicazioni del teorema dei residui e della trasformata di Fourier allo studio della soluzione fondamentale di una equazione differenziale.

## **BIBLIOGRAFIA**

G. Teppati, *Lezioni di Analisi matematica III*, Levrotto & Bella, 1995.

G. Teppati, *Esercizi svolti di Analisi matematica III*, Levrotto & Bella, 1995.

*Testi ausiliari, per approfondimenti:*

L. Pandolfi, *Complementi di analisi matematica*, Levrotto & Bella, 1993.

R. Silverman, *Complex analysis, with applications*, Dover, 1984.

I.M. Gel'fand, G.E. Shilov, *Generalized functions*, Academic Press, 1964.

H. Dym, H.P. McKean, *Fourier series and integrals*, Academic Press, 1984.

## T0275 ANTENNE / PROPAGAZIONE (i)

(corso integrato)

Anno: 5

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezioni: 6

esercitazioni: 6

laboratorio: 4 (intero periodo)

Docente:

**Mario OREFICE**

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso tratta della propagazione delle onde elettromagnetiche, con particolare riferimento ai sistemi di telecomunicazione, e dei metodi di analisi e di progetto delle antenne, ponendo in risalto gli aspetti applicativi e pratici.

L'insegnamento è completato da esercitazioni sugli argomenti svolti.

### REQUISITI

Esame propedeutico è *Campi Elettromagnetici e Circuiti*; è inoltre utile la conoscenza delle tecniche di programmazione su calcolatori (p. es. 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 di calendario.

#### PROPAGAZIONE

Concetti fondamentali sull'irradiazione e nozioni generali sulle antenne. Bande di frequenza e loro utilizzazione. Fenomeni fisici influenzanti la propagazione al variare della frequenza (da pochi kHz alle onde millimetriche) [4 ore]

Propagazione in vista ottica: interferenza con l'onda riflessa; zone di Fresnel. Onda superficiale. Fenomeni di fading. Diffrazione da ostacoli. Teoria Geometrica della Diffrazione e sue applicazioni [8 ore]

Propagazione troposferica: indice di rifrazione nell'atmosfera, equazioni dell'ottica geometrica, dritto troposferico, propagazione in presenza di pioggia e nebbia, etc. Propagazione ionosferica: indice di rifrazione nei plasmi, caratteristiche della ionosfera terrestre [8 ore].

#### ANTENNE

Irradiazione da antenne ad apertura [8 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 [26 ore]:

trombe, paraboloidi, cassegrain, antenna a fascio sagomato, lenti. Antenne ad onda progressiva: antenne "surface wave" e "leaky wave".

Antenne a microstriscia [4 ore].

Irradiazione da antenne filiformi [10 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 [8 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 [10 ore]: guadagno, diagramma di irradiazione. Misure di fase, di polarizzazione e di impedenza. Varie tecniche di misura in campo lontano e in campo vicino.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

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

Le attività di laboratorio consistono in:

Misure su antenne a tromba / a riflettore

Progetto - Realizzazione - Misura di Antenne stampate

L'orario viene stabilito dalla apposita Commissione prima dell'inizio del semestre. Eventuali esigenze particolari devono essere segnalate al docente almeno 2 mesi prima dell'inizio del semestre. Eventuali variazioni successive saranno soggette a disponibilità di aule e ore.

## **BIBLIOGRAFIA**

Testo in preparazione, attualmente raccolto sotto forma di dispense.

**TESTI AUSILIARI** (per approfondimenti)

- R.E. Collin: "Antennas and radiowave propagation", Mc.Graw-Hill, 1985.
- Jasik - Johnson, "Antenna engineering handbook", 2nd ed., McGraw Hill, 1984.
- Rudge et al., "The handbook of antenna design", 2 voll., PeterPeregrinus, 1983.
- S. Silver, "Microwave antenna theory and design", McGraw Hill, 1949
- J.D. Kraus, "Antennas", 2nd ed., McGraw Hill, 1988

## **ESAME**

L'esame può essere sostenuto secondo due modalità distinte:(1) esame tradizionale, (2) esame con tesina

(1) 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.

È possibile sostenere separatamente l'esame sulle due parti (propagazione/antenne): in tal caso vi sarà un test scritto ed un colloquio orale per entrambe.

(2) L'esame con tesina consiste nello svolgimento, in sostituzione della prova scritta, di una tesina su un argomento proposto dal docente.

La prova scritta consiste in un esercizio di progetto o di analisi di un canale elettromagnetico e/o di una configurazione d'antenna. Durante gli scritti si può consultare qualunque testo.

Anno: 5

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 4

esercitazione: 2

laboratorio: 2

Docente:

**Maurizio ZAMBONI** (Dipartimento di Elettronica; tel. 564.4079;  
e-mail: zamboni@polito.it; orario di ricevimento: tutti i giorni)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si inquadra nell'ambito di un curriculum di studi di natura microelettronico-circuitale e verterà principalmente sullo studio, analisi e definizione di architetture di sistemi integrati su silicio. Verrà data particolare enfasi alla parte metodologica e allo studio di sistemi da realizzare in forma digitale. Saranno analizzate varie soluzioni architetture, a partire da semplici architetture interne di microcontrollori fino alle soluzioni architetture per sistemi di elaborazione complessi. Nelle esercitazioni ed in laboratorio si utilizzerà un linguaggio di descrizione dell'hardware (VHDL) per l'analisi, la simulazione e la sintesi di alcuni circuiti significativi e del caso di studio che gli studenti svilupperanno nel corso.

### **REQUISITI**

Conoscenze di Elettronica digitale sviluppate nel corso di Microelettronica o Elettronica dei Sistemi Digitali.

### **PROGRAMMA**

- Aspetti generali e metodologici relativi alla sintesi architetture.

Panoramica sui principali passi di progetto, metodi di valutazione.

Analisi di requisiti funzionali, valutazione del grado di parallelismo, descrizione in forma di strutture e di gerarchie funzionali, metodi data-flow e control-flow.

- Analisi e caratterizzazione degli elementi base, delle interconnessioni e delle sezioni di interfaccia. Tecniche di ripartizione e di scheduling, generazione di sotto-specifiche funzionali e di interfaccia.

- Regimi di temporizzazione. Analisi di sistemi sincroni a flip-flop e a latch. Tecniche di minimizzazione degli skew. Timing Chart Diagram.

Interfacciamento tra diversi regimi di clock. Metodi per la sincronizzazione dei dati e degli eventi.

- Sintesi del controllo. Macchine di Moore e di Mealy. Sequenziatori e Generatori di comando. Metodi di sintesi con PLA e ROM. Tecniche di sintesi Hardwired.

- Sintesi del controllo in macchine microprogrammate. Architetture base.

Definizione di controlli gerarchici (set di istruzioni, microcodice, nanocodice). Metodi di valutazione e scelta ottimale. Confronto fra macchine CISC e RISC.

- Sintesi dell'Unità operativa. Scelta del numero e del tipo di link locali. Metodologie di ottimizzazione. Operatori base (barrel shifter, ALU, moltiplicatori, etc...). Aumento delle prestazioni mediante il concetto di pipelining. Architetture pipelined, scalari e superscalari.

- Organizzazione gerarchica della memoria. Memorie associative.

Cache integrate e non. Tecniche di interfacciamento della Unità di elaborazione con la memoria.

- Sintesi delle interconnessioni. Segnali e protocolli. Problemi elettrici. Teoria delle linee e riflessioni. Tecniche di analisi e di progetto. Rumore e accoppiamento tra linee (crosstalk).

- Sistemi di elaborazione a grande complessità. Macchine SIMD, MIMD, Array Sistolici e a Fronte d'onda. Metodologia di progetto di macchine a grande parallelismo.

- Testabilità e collaudabilità delle macchine. Design for testability.

Tecniche per aumentare il grado di testabilità. Self-test, Scan-path.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

### **Esercitazioni**

-Analisi dei diversi passi di progetto architeturale. Uso di simulatori e linguaggi di simulazione. Il linguaggio VHDL. Fondamenti di programmazione con VHDL nel progetto gerarchico. Primitive del linguaggio ed applicazioni a casi reali.

- Ogni anno sarà trattato il progetto di un caso di studio che gli studenti analizzeranno e sintetizzeranno durante le esercitazioni. Il progetto completo partirà dalla validazione dell'algoritmo e porterà, secondo i passi definiti a lezione, alla sintesi di una architettura descritta e simulata in VHDL.

### **Laboratorio:**

- Familiarizzazione con il linguaggio VHDL. Scrittura e simulazione di semplici circuiti a livello comportamentale e strutturale.

- Simulazione del caso di studio proposto ad esercitazione partendo dal livello comportamentale fino alla descrizione delle funzioni elementari a livello gate.

## **BIBLIOGRAFIA**

Non esiste per il momento un testo anche per la evoluzione continua degli argomenti trattati.

### **Testi Ausiliari:**

- J.L. Hennessy, D.A. Patterson, "Computer Architecture: a Quantitative Approach", Morgan Kaufmann Publishers, Inc. San Mateo CA, 1996.

- F. Anceau, "The Architecture of Microprocessors", Addison Wesley, 1986.

- R. Airiau, J.Berge', V. Olive, "Circuit Synthesis with VHDL", Kluwer, 1994.

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

## **ESAME**

Prova orale sugli argomenti approfonditi nel corso.

Anno: 5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezioni: 6

esercitazioni e laboratori: 2

Docente:

**Enrico CANUTO****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

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

**REQUISITI**

Il corso presuppone una conoscenza approfondita dei fenomeni trattati dalla fisica sperimentale e applicata, e un'adeguata capacità di applicarne concetti e formulazione alla descrizione matematica degli impianti tipici dell'ingegneria. Si presuppone pure un'adeguata conoscenza dei metodi di analisi e trattamento dei segnali, ivi compresi quelli aleatori.

**PROGRAMMA**

*La modellizzazione matematica come strumento base della conoscenza.*

I modelli matematici. Criteri e valutazione dell'approssimazione: la misura in norma. L'approccio a due modelli con differente livello di approssimazione.

*L'organizzazione di un sistema di controllo automatico digitale nell'ambito di una struttura gerarchica.*

Il generatore dei riferimenti. L'osservatore. Il controllo di catena chiusa.

La specifica dei requisiti di sistema.

La concezione del sistema di automazione.

l'architettura costruttiva. l'organizzazione logica in sottosistemi e in funzioni. La specifica dei requisiti relativi ai sottosistemi.

*La progettazione della logica di controllo.*

Il progetto del generatore dei riferimenti. Il progetto dell'osservatore. Il progetto del controllo di catena chiusa.

*La simulazione numerica come strumento di progetto.*

*L'affidabilità ed il comportamento in condizioni di guasto.*

Nozioni elementari di affidabilità. L'autodiagnostica. Il degradamento controllato delle prestazioni in condizioni di guasto.

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni in aula intendono favorire l'apprendimento dei metodi di progetto presentati a lezione, prima e durante la loro verifica in laboratorio.

Nelle esercitazioni di laboratorio lo studente dovrà sviluppare e provare su elaboratore numerico il progetto completo di un caso tipico.

**BIBLIOGRAFIA**

Durante lo svolgimento del corso verranno distribuiti appunti sugli argomenti principali.

**ESAME**

Le modalità di esame verranno stabilite di anno in anno, tenendo in conto le eventuali esercitazioni di laboratorio effettuate. In ogni caso l'esame prevede una prova orale.



### ***L'Ambiente della Base di Dati:***

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

### **II MODULO**

#### ***Il Progetto della base di dati:***

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

#### ***L'Evoluzione della Tecnologia delle Basi di Dati:***

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

#### ***Le Basi di Dati in ambiente distribuito:***

Vengono presentate le recenti soluzioni e norme elaborate per consentire interazioni tra siti remoti ed accessi a basi di dati distribuite in ambito geografico. In particolare verrà presentata l'interfaccia ODBC per la gestione uniforme degli accessi a basi di dati eterogenee. Inoltre verrà trattata l'interfaccia JDBC come strumento per realizzare client JAVA per l'esecuzione di accessi remoti attraverso INTERNET.

E' prevista la realizzazione di lavori di gruppo per la sperimentazione di ODBC, JDBC e per lo sviluppo di applicativi su INTERNET.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

### ***Programma delle esercitazioni in aula***

Le esercitazioni in aula sono finalizzate alla sperimentazione su problemi reali delle metodologie apprese durante le ore di lezione. In particolare si procederà alla stesura delle specifiche relative ai problemi prospettati e successivamente allo sviluppo dei programmi utilizzando SQL. Si procederà inoltre alla sperimentazione delle metodologie di analisi utilizzando specifici prodotti. Il numero delle ore delle esercitazioni è stato calcolato nel contesto del programma delle lezioni.

### ***Programma dell'attività assistita***

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

## **BIBLIOGRAFIA**

- C. J. Date, *An Introduction to Database Systems*, Sixth Edition, Addison Wesley Pub. Comp., 1996.
- C. Batini, S. Ceri, S. B. Navathe, "Conceptual Database Design", Benjamin-Cummings, 1992.
- E. Baralis, C. Demartini, "Appunti di Basi di Dati", 1997.

## ESAME

L'esame consta di uno elaborato scritto comprendente due parti: a) Teoria; b) Progetto (Modello E-R).

E' previsto un colloquio orale per la discussione dell'elaborato.

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso ha lo scopo di fornire allo studente una panoramica generale e un'analisi critica delle metodologie di ricerca in campo informatico, con particolare riferimento alle tecniche di progettazione e sviluppo di sistemi informativi. Il corso è articolato in due parti: la prima, di tipo teorico, affronta i fondamenti metodologici e gli strumenti di lavoro; la seconda, di tipo pratico, prevede l'elaborazione di un progetto di sistema informativo, con particolare riferimento alla fase di progettazione e sviluppo. Il corso è tenuto dal Prof. Dr. [nome e cognome], che ha una vasta esperienza in campo informatico e ha pubblicato numerosi articoli su riviste scientifiche e tecniche. Il corso è tenuto in lingua italiana e prevede l'uso di strumenti di lavoro in lingua inglese. Il corso è tenuto in orario serale, dalle 19.00 alle 22.00. Il corso è tenuto in aula [numero e indirizzo].

This course covers the main aspects of the methodology of research in the field of information systems, with particular reference to the techniques of design and development. The course is divided into two parts: the first, of a theoretical nature, deals with the methodological foundations and the tools of work; the second, of a practical nature, involves the elaboration of an information system project, with particular reference to the design and development phases. The course is held by Prof. Dr. [nome e cognome], who has extensive experience in the field of information systems and has published numerous articles in scientific and technical journals. The course is held in Italian and involves the use of working tools in English. The course is held in the evening, from 19.00 to 22.00. The course is held in room [numero e indirizzo].

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

L'esercitazione ha lo scopo di fornire allo studente un'esperienza pratica di lavoro in campo informatico, con particolare riferimento alle tecniche di progettazione e sviluppo di sistemi informativi. L'esercitazione è articolata in due parti: la prima, di tipo teorico, affronta i fondamenti metodologici e gli strumenti di lavoro; la seconda, di tipo pratico, prevede l'elaborazione di un progetto di sistema informativo, con particolare riferimento alla fase di progettazione e sviluppo. L'esercitazione è tenuta dal Prof. Dr. [nome e cognome], che ha una vasta esperienza in campo informatico e ha pubblicato numerosi articoli su riviste scientifiche e tecniche. L'esercitazione è tenuta in lingua italiana e prevede l'uso di strumenti di lavoro in lingua inglese. L'esercitazione è tenuta in orario serale, dalle 19.00 alle 22.00. L'esercitazione è tenuta in aula [numero e indirizzo].

L'esercitazione ha lo scopo di fornire allo studente un'esperienza pratica di lavoro in campo informatico, con particolare riferimento alle tecniche di progettazione e sviluppo di sistemi informativi. L'esercitazione è articolata in due parti: la prima, di tipo teorico, affronta i fondamenti metodologici e gli strumenti di lavoro; la seconda, di tipo pratico, prevede l'elaborazione di un progetto di sistema informativo, con particolare riferimento alla fase di progettazione e sviluppo. L'esercitazione è tenuta dal Prof. Dr. [nome e cognome], che ha una vasta esperienza in campo informatico e ha pubblicato numerosi articoli su riviste scientifiche e tecniche. L'esercitazione è tenuta in lingua italiana e prevede l'uso di strumenti di lavoro in lingua inglese. L'esercitazione è tenuta in orario serale, dalle 19.00 alle 22.00. L'esercitazione è tenuta in aula [numero e indirizzo].

### Il Modello Relazionale

Questa parte concerne il modello relazionale, che è uno dei modelli di base per la rappresentazione e l'organizzazione dei dati in un sistema informativo. Il modello relazionale si basa su un insieme di relazioni (tabelle) che rappresentano i dati e i loro rapporti. Le relazioni sono definite da un insieme di attributi (campi) e da un insieme di vincoli (regole) che governano l'accesso ai dati. Il modello relazionale è uno dei modelli di base per la rappresentazione e l'organizzazione dei dati in un sistema informativo. Il modello relazionale si basa su un insieme di relazioni (tabelle) che rappresentano i dati e i loro rapporti. Le relazioni sono definite da un insieme di attributi (campi) e da un insieme di vincoli (regole) che governano l'accesso ai dati.

Anno: 2

Periodo: 2

Docente:

da nominare (collab.: **Andrea A. GAMBA**)**REQUISITI**

Analisi matematica I e II

**PROGRAMMA**

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

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

Distribuzioni e loro proprietà generali; distribuzioni notevoli.

Trasformazioni di variabili casuali.

Serie formali e funzione caratteristica.

La diseguaglianza di Chebysseff; il teorema del limite centrale. Convergenza in misura di probabilità.

Introduzione ai processi stocastici: modelli di processi stocastici.

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

**BIBLIOGRAFIA**

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

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

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

### **REQUISITI**

Analisi I, Geometria, Fondamenti di informatica.

### **PROGRAMMA**

Preliminari. Condizionamento di un problema e stabilità di un algoritmo.

Risoluzione di sistemi lineari. Metodo di Gauss; fattorizzazione di una matrice e sue applicazioni; metodi iterativi.

Calcolo degli autovalori di una matrice.

Approssimazioni di funzioni e di dati sperimentali. Interpolazione con polinomi algebrici e con funzioni *spline*. Minimi quadrati. Derivazione numerica.

Equazioni e sistemi di equazioni non lineari: metodo di Newton e sue varianti. Processi iterativi in generale. Problemi di ottimizzazione.

Calcolo di integrali. Formule di Newton-Cotes. Definizione e proprietà principali dei polinomi ortogonali. Formule gaussiane. *Routines* automatiche. Cenni sul caso multidimensionale.

Equazioni differenziali ordinarie per problemi ai valori iniziali. Metodi *one-step* e *multistep*.

Stabilità dei metodi. Sistemi *stiff*.

Equazioni differenziali alle derivate parziali. Metodi alle differenze finite.

### **BIBLIOGRAFIA**

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

Anno: 3  
Docente:

Periodo: 2  
Mario OREFICE

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso ha lo scopo di fornire le basi teoriche per la comprensione e l'analisi dei fenomeni di propagazione libera e guidata di onde elettromagnetiche. Dopo aver risolto il problema generale dell'irradiazione, vengono analizzati i tipi più semplici di antenne. Per quanto riguarda la propagazione guidata, viene discusso il formalismo delle linee di trasmissione equivalenti e sono illustrati i tipi più comuni di guide d'onda, da quelle metalliche a quelle dielettriche (fibre ottiche).

### REQUISITI

Elettrotecnica, Analisi matematica III, Fisica II.

### PROGRAMMA

Generalità:

Linee di Trasmissione

- Circuiti a parametri distribuiti: modello fenomenologico di linea di trasmissione, equazioni delle linee nel dominio del tempo e della frequenza e loro soluzione; concetto di adattamento a una singola frequenza e a larga banda. Uso della matrice scattering per caratterizzare componenti per alte frequenze.

- Analisi di linee nel dominio del tempo: linee dispersive chiuse su carichi adattati. Velocità di gruppo e condizioni di non distorsione. Analisi di distorsione di impulsi a banda stretta; linee non dispersive chiuse su carichi disadattati non dispersivi.

- Linee multifilari: equazioni delle linee multifilari e loro soluzioni in termini modali; risposta nel dominio del tempo e analisi di fenomeni di interferenza e di distorsione di segnali.

Propagazione ondososa e Irradiazione

- Spettro elettromagnetico e sua utilizzazione. Equazioni di Maxwell e d'onda, nel dominio del tempo e della frequenza e teoremi generali. Soluzione delle equazioni di Maxwell in un mezzo omogeneo

- Problema omogeneo: onde piane, polarizzazione, relazione di impedenza. Problema non omogeneo: Funzione di trasferimento nello spazio  $k$ . Funzione di Green come risposta all'impulso del sistema elettromagnetico. Soluzione nello spazio  $r$  come convoluzione.

- Antenne: Definizione parametri caratteristici: guadagno, direttività, area equivalente, EIRP, altezza efficace, impedenza di ingresso. Equazione della trasmissione e del radar. Antenne filari, ad apertura e a riflettore. Schiere.

Guide d'onda.

- Generalità su guide d'onda: equazioni d'onda; modi TM, TE, TEM, ibridi e loro proprietà; linee modali, costanti di propagazione e impedenze modali, autofunzioni modali. Esempi di guide d'onda per microonde: guida metallica rettangolare e circolare; microstriscia, stripline.

- Guide dielettriche: strutture dielettriche stratificate e guida planare; fibre ottiche, generalità.

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni in aula ed in laboratorio (misure su linea a fessura, su analizzatore di reti, su componenti in guida d'onda, su antenne).

Sono previste anche alcune esercitazioni di calcolo al LAIB.



Anno: 4,5

Impegno (ore sett.)

Docente:

Periodo: 1

lezione: 4      esercitazione: 2      laboratorio: 2

**Flavio CANAVERO** (collab.: STEFANO GRIVET TALOCIA)

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

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

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

### REQUISITI

Elettrotecnica, Campi Elettromagnetici

### PROGRAMMA

Motivazioni allo studio della Compatibilità elettromagnetica: descrizione delle interferenze e classificazione delle modalità di accoppiamento.

Dai campi ai circuiti: modellazione del comportamento non ideale di componenti (p. es. conduttori, piste di circuiti stampati, ferriti) e di dispositivi elettromeccanici e digitali.

Emissione di interferenze per via radiata: modelli di emissione del modo comune e del modo differenziale.

Emissione di interferenze per via condotta: reti di alimentazione, filtri e alimentatori.

Captazione dei disturbi e loro propagazione sui conduttori: diafonia su linee multiconduttore; linee schermate e intrecciate.

Schermi elettromagnetici: meccanismi di schermatura in condizioni di campo prossimo e lontano; effetti delle aperture.

Scariche elettrostatiche: origine, effetti e tecniche di riduzione.

Normativa: cenni sulla normativa civile e metodi di misura.

Tecniche di progetto orientate al soddisfacimento dei requisiti di compatibilità degli apparati: masse, dislocazione di componenti e sistemi.

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni verteranno su:

Richiami dei principi fondamentali di elettromagnetismo (onde piane, linee di trasmissione e antenne) e di teoria dei segnali (spettri di forme d'onda utilizzate nei circuiti digitali; segnali aperiodici).

Esercitazioni di calcolo sugli argomenti 2, 3, 4, 5, 6, 7 delle lezioni.

Simulazioni di progetto mediante l'utilizzo di strumenti CAD.

L'attività di laboratorio consiste in:

Misure sperimentali di diafonia e di accoppiamento in bassa frequenza.

### BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento

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

Testi ausiliari (per approfondimenti)

C.R. Paul, Analysis of Multiconductor Transmission Lines, J. Wiley, 1994.

H.W. Ott, Noise Reduction Techniques in Electronic Systems, J. Wiley, 1988.

## ESAME

Verifica della conoscenza dei fondamenti mediante accertamenti scritti in corso d'anno.

Lavoro di approfondimento valutato sia sui contenuti sia sulla presentazione.

Anno: 5	Periodo: 2
Impegno (ore sett.)	lezioni ed esercitazioni: 8
Docente:	da nominare

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Questo corso mira a fornire una conoscenza di base delle varie tecniche impiegate per l'analisi e il progetto di componenti e sottosistemi usati nel campo delle comunicazioni ottiche. L'approccio è metodologico piuttosto che descrittivo e gli studenti dopo questo corso dovrebbero essere in grado di leggere la letteratura specialistica sull'argomento.

Il corso tratta sia la propagazione libera (diffrazione) che quella guidata (fibre ottiche e ottica integrata). Sono presentati i più importanti strumenti analitici e numerici per l'analisi di circuiti ottici.

### REQUISITI

Campi elettromagnetici.

### PROGRAMMA

#### *Introduzione. [2 ore]*

Presentazione del corso, discussione della sua collocazione nell'ambito delle comunicazioni ottiche, panoramica storica dell'evoluzione del settore, dall'ottica classica all'ottica moderna.

#### *Analisi modale di guide dielettriche. [8 ore]*

Guide d'onda a sezione trasversale non omogenea, formulazione di Marcuvitz-Schwinger. Determinazione delle autofunzioni modali a partire dalle componenti longitudinali. Proprietà di biortogonalità delle autofunzioni, calcolo dell'eccitazione dei modi.

#### *Analisi di mezzi isotropi stratificati. [6 ore]*

Analisi dei mezzi dielettrici isotropi stratificati con la tecnica delle linee modali vettoriali. Propagazione di un campo specificato su un'apertura.

#### *Diffrazione. [12 ore]*

Approssimazione di Fresnel a partire dalle rappresentazioni spettrale e spaziale. Fasci gaussiani, propagazione e interazione con strutture dielettriche stratificate.

#### *Ottica geometrica e applicazioni. [10 ore]*

Ottica geometrica, caustiche e teoria geometrica della diffrazione, lenti e specchi. Formalismo ABCD, guide a lenti.

#### *Guide dielettriche planari. [16 ore]*

Guida dielettrica planare, analisi con risonanza trasversale. Modi guidati e irradiati, onde *leaky*. Eccitazione delle guide dielettriche: accoppiatori a prisma, reticoli.

#### *Risonatori e filtri. [6 ore]*

Risonatori chiusi e aperti, definizione di  $Q$ , *finesse*, *free spectral range*. Interferometri Fabry-Perot con dielettrico passivo e attivo. Strati  $\lambda/4$  antiriflesso, o strati ad alta riflettività.

#### *Strutture periodiche. [6 ore]*

Strutture dielettriche stratificate periodiche, onde di Bloch e relative curve di dispersione. Riflettori di Bragg, birifrangenza di forma, teorema di Floquet. Reticoli di diffrazione.

#### *Metodi analitici e numerici per l'analisi di guide diffuse. [10 ore]*

Linee non uniformi per studio di guide planari diffuse. Metodi numerici: differenze finite, elementi finiti, metodo dei momenti. Metodi analitici: profilo lineare. Metodo WKB e "metodo della funzione di confronto". Guide dielettriche tridimensionali: metodo dell'indice di rifrazione efficace e *beam propagation method*.

### **Dielettrici anisotropi. [6 ore]**

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

### **Fibre ottiche. [12 ore]**

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

### **Accoppiamento modale. [4 ore]**

Teoria dell'accoppiamento modale codirezionale e controdirezionale. Effetto elettroottico e acoustoottico.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni verteranno su:

Diffrazione di Fresnel e di Fraunhofer. [4 ore]

Propagazione di fasci gaussiani. [2 ore]

Analisi di guide dielettriche planari: determinazione dello spettro modale e delle relative configurazioni di campo. [2 ore]

Risonatori. [2 ore]

Strutture periodiche. [2 ore]

Mezzi anisotropi. [2 ore]

Fibre ottiche. [2 ore]

Accoppiamento modale. [2 ore]

Le esercitazioni non hanno una cadenza regolare; spesso prevedono l'uso di programmi di simulazione. Sono previste un paio di esercitazioni di laboratorio.

## **BIBLIOGRAFIA**

Testo di riferimento:

Appunti del docente.

Testi ausiliari:

B.E.A. Saleh, M.C. Teich, *Fundamentals of photonics*, Wiley, 1991.

D. Marcuse, *Light transmission optics*, Van Nostrand Reinhold, 1972.

## **ESAME**

Esame orale.

Anno: 4  
Docente:

Periodo: 1  
**Monica VISINTIN**

**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di fornire allo studente la preparazione di base per quanto riguarda i concetti e le tecniche fondamentali della trasmissione dell'informazione.  
I contenuti sono propedeutici ai successivi corsi più specialistici del settore delle telecomunicazioni.

**REQUISITI**

Teoria dei segnali

**PROGRAMMA**

Rumore nei canali di comunicazione (temperatura equivalente e cifra di rumore).  
Definizione e calcolo del rapporto segnale/rumore.  
Trasmissione di segnali analogici in banda base.  
Trasmissione di segnali con modulazioni analogiche di ampiezza, fase e frequenza. Rumore a banda stretta. Struttura dei mo-demodulatori, prestazioni in termini di rapporto segnale/rumore e di occupazione di banda.  
Trasmissione di segnali analogici per via numerica. Descrizione del sistema PCM.  
Moltiplicazione dei segnali nei domini del tempo e della frequenza.  
Teoria dell'informazione: definizione di quantita` di informazione, entropia, entropia differenziale. Codifica di sorgente.  
Trasmissione numerica: elementi di teoria della decisione e struttura del ricevitore ottimo su canale AWGN. Probabilita` d'errore su bit e simbolo ed occupazione di banda per modulazioni PAM, ASK, PSK, QAM, FSK.  
Teoria dell'informazione: flusso medio di informazione e capacita` dei canali discreti, capacita` del canale AWGN, diseguaglianza di Fano, teorema di Shannon.

**BIBLIOGRAFIA**

- AA.VV. Dispense del corso di Comunicazioni Elettriche (disponibile in rete)
- J.G. Proakis, Digital Communications, McGraw-Hill 1995
- S.Benedetto, E.Biglieri, V.Castellani, Digital Transmission Theory, Prentice-Hall, 1987
- S.Benedetto, E.Biglieri, V.Castellani, Teoria della trasmissione numerica, Jackson, 1990.
- A.B. Carlson, Communication Systems, McGraw-Hill, 1968

Anno: 4                                  Periodo: 2  
Impegno (ore sett.)      lezione: 6                          esercitazione: 2  
Docente:                                  **Angela DI FEBBRARO**

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Obiettivo del corso è fornire i fondamenti della teoria dei controlli automatici, facendo particolare riferimento ai sistemi dinamici a un comando e a un'uscita controllati in catena chiusa. Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni, svolte sia in aula sia in laboratorio informatico.

### **REQUISITI**

Nozioni propedeutiche utili sono fornite nei corsi di Analisi I e II, Fisica, Elettrotecnica.

### **PROGRAMMA**

*Introduzione al corso.* Problemi e sistemi di controllo. Esempi di sistemi di controllo. Definizione di controllo automatico. Sistemi di controllo in anello aperto e in anello chiuso. Modelli matematici di sistemi fisici. Problemi di sintesi. Problemi di analisi. Aspetti realizzativi. *Sistemi dinamici lineari a tempo continuo.* Variabili di ingresso, stato e uscita. Rappresentazione in variabili di stato. Uso di trasformazione e antitrasformazione di Laplace per la definizione di modelli nel dominio della frequenza complessa  $s$ . Modelli di sistemi meccanici, idraulici ed elettrici. Funzione di trasferimento: definizione e proprietà. Schemi a blocchi. Realizzazione. Analisi nel tempo delle proprietà strutturali: stabilità, controllabilità, osservabilità.

*Analisi dei sistemi di controllo a tempo continuo.* Risposta in frequenza: definizione e proprietà. Identificazione della risposta in frequenza. Rappresentazione della risposta in frequenza: diagrammi di Bode e diagrammi di Nyquist. Errori a regime. Margine di fase e margine di ampiezza. Stabilità: criterio di Routh, criterio di Nyquist, criterio di Bode. Prestazioni dinamiche nel tempo e in frequenza. Luogo delle radici: definizione e proprietà. Uso del luogo delle radici nell'analisi.

*Sintesi dei sistemi di controllo a tempo continuo.* Requisiti e specifiche. Progetto di regolatori. Sintesi per tentativi in frequenza. Reti correttive. Uso del luogo delle radici nella sintesi. Sintesi diretta. Regolatori PID.

*Sistemi di controllo digitale.* Modelli di sistemi a tempo discreto. Equazioni alle differenze e equazioni di stato. Uso della trasformata  $Z$ . Schemi di controllo digitale. Campionamento e teorema del campionamento. Funzione di trasferimento ad anello aperto e ad anello chiuso. Risposta in frequenza. Analisi di sistemi di controllo digitale. Sintesi di sistemi di controllo digitale.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni consistono nello svolgimento (in aula e in laboratorio) di esercizi relativi alla teoria illustrata a lezione e nello sviluppo delle parti più applicative del programma. Le esercitazioni di laboratorio sono tutte svolte presso il LAIB. Esse devono servire per acquisire i primi rudimenti nell'uso di un moderno programma (MATLAB) per l'analisi e il progetto di sistemi di controllo. Con l'aiuto di tale programma vengono svolti degli esercizi simili a quelli visti a lezione e nelle esercitazioni in aula, ma vengono anche affrontati problemi più complessi che difficilmente potrebbero essere trattati senza l'ausilio di un calcolatore. Durante le esercitazioni in laboratorio viene verificata la presenza.

## BIBLIOGRAFIA

Per la preparazione del corso il docente ha fatto riferimento principalmente ai testi:

- P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, *Fondamenti di controlli automatici*, McGraw-Hill, 1998
- G. Marro, *Controlli automatici*, Zanichelli, 1987
- T. Kailath, *Linear systems*, Prentice-Hall, 1980
- S. Rinaldi, *Teoria dei sistemi*, CLUP, 1985
- K. Ogata, *Modern control engineering*, Prentice-Hall, 1990
- K. Ogata, *Discrete-time control systems*, Prentice-Hall, 1995

Testi ausiliari per le esercitazioni in laboratorio:

- K. Ogata, *Solving control engineering problems with Matlab*, Prentice-Hall, 1994
- G. Finzi, A. Visioli, M. Volta, *Analisi e controllo di sistemi dinamici: un laboratorio informatico*, McGraw-Hill, 1996

## ESAME

Per essere ammessi a sostenere l'esame bisogna:

1. iscriversi presso la segreteria studenti entro le ore 12:00 del quarto giorno lavorativo (a tal fine il sabato è considerato festivo) precedente il giorno in cui si svolge la prova scritta dell'appello;
2. avere ottenuto la firma di frequenza, che non viene concessa a quegli studenti che risultino assenti a più del 30% delle esercitazioni di laboratorio.

Per superare l'esame è indispensabile sostenere con esito positivo la prova sperimentale svolta alla fine del ciclo di esercitazioni in laboratorio e una prova scritta in aula completata da un'eventuale discussione orale.

Anno: 5	Periodo: 2		
Impegno (ore sett.)	lezione: 4	esercitazione: 2	laboratorio: 2
Docente:	<b>Donato CARLUCCI</b>		

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

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

### REQUISITI

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.

Differenti espressioni della matrice di trasferimento in catena chiusa per i sistemi multivariabili. Matrice di Trasferimento d'anello.

Stabilità di un sistema reazionato e generalizzazione del teorema di Nyquist ai sistemi multivariabili.

Tecniche di progetto del controllo nel dominio della frequenza per sistemi multivariabili.

Teoria del piazzamento dei poli in catena chiusa per sistemi multivariabili. Criteri generali di esistenza della soluzione.

Algoritmi per il piazzamento dei poli mediante reazione sullo stato del sistema.

Uso di reazione sull'uscita e progetto assistito dal calcolatore del compensatore dinamico.

Le strutture di controllo più diffuse nel campo industriale: filtri, compensatore PID.

Trattamento dell'incertezza e tecniche di progetto del controllo per sistemi incerti.

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

Le esercitazioni verteranno su:

Modellistica dettagliata di sistemi elettromeccanici industriali, satelliti artificiali, impianti termoelettrici.

Uso di modelli semplificati per il progetto del controllo. Applicazioni delle differenti tecniche di progetto. Trattamento dell'incertezza tra sistema reale e modello usato per il progetto.

Trattazione dettagliata di numerosi esempi di progetto di sistemi reali.

È prevista un'attività di laboratorio assistito riguardante:

Progetto del controllo di un sistema elettromeccanico e simulazione al calcolatore delle prestazioni del sistema.

Progetto del controllo di velocità angolare e di orientamento di un satellite, simulazione al calcolatore e valutazione della precisione sull'orientamento.

Progetto del controllo di un sistema di prova per motori a combustione interna. Simulazione al calcolatore.

Progetto del 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.

## **BIBLIOGRAFIA**

### *Testo di riferimento*

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

### *Testi ausiliari*

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

Desoer, Vidyasagar: *Feedback Systems: input-output properties*. Academic Press.

Singh, Tidli: *"Systems: decomposition, Optimization an Control."*

## **ESAME**

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

Anno: 2

Periodo: 2

Impegno (ore)

lezione: 5

esercitazione: 3

laboratorio: 2

Docente:

Giovanni GHIONE (collab.: Michele GOANO)

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso introduce i fondamenti dei dispositivi a semiconduttore. Dopo una introduzione sulla meccanica quantistica e la fisica dello stato solido, sono discussi la fisica e la tecnologia dei principali componenti allo stato solido: diodi pn, diodi metallo-semiconduttore, transistori a effetto di campo (JFET, MOSFET), transistori bipolari. Una parte del corso è dedicata alla tecnologia dei componenti discreti e dei circuiti integrati.

### REQUISITI

Elettrotecnica. Fisica 1 e 2. Analisi 1 e 2. Geometria.

### PROGRAMMA

#### Parte I

- Campi, cariche, forze. Il campo elettromagnetico e le equazioni di Maxwell. Relazioni costitutive. Carica, forza, energia potenziale, potenziale. L'approssimazione quasi-statica e l'equazione di Poisson. Cariche e campi quasi-statici in una dimensione.

- Principi elementari di meccanica quantistica. Il dualismo onda - particella e l'equazione di Schrödinger. Il principio di indeterminazione. La discretizzazione dei livelli di energia. La quantizzazione della energia elettromagnetica. Il principio di esclusione. Buca di energia potenziale. Effetto tunnel. Moto in un potenziale periodico.

- Atomi, solidi, semiconduttori, metalli. L'atomo e il reticolo cristallino. Solidi, isolanti, metalli, semiconduttori. Struttura a bande dei semiconduttori. Semiconduttori intrinseci e estrinseci (drogati). Semiconduttori in equilibrio termodinamico. Semiconduttori intrinseci, n e p. Metalli in equilibrio termodinamico. Superfici di semiconduttori e metalli. Crescita di semiconduttore monocristallino. Crescita epitassiale.

- Trasporto e generazione-ricombinazione nei semiconduttori. Semiconduttori in equilibrio e fuori equilibrio. Fenomeni di trasporto. Deriva: trasporto in basso campo e in alto campo. Diffusione. La relazione di Einstein. Fenomeni di ricombinazione e generazione: G-R banda - banda termica, G-R banda - banda radiativa. G-R indiretta termica (SRH). Cenni alla G-R banda - banda Auger e generazione a valanga. Generazione e ricombinazione superficiali.

- Il modello di deriva-diffusione. Condizioni al contorno. Il modello di deriva-diffusione in equilibrio termodinamico. Quasi-livelli di Fermi. Diagrammi a bande. Applicazioni del modello di deriva-diffusione: corrente di trascinamento in zona neutrale; decadimento di concentrazioni in eccesso di portatori; piccoli scostamenti dalla neutralità. Costruzione di diagrammi a bande.

#### Parte II

- La giunzione pn. Diagramma a bande in equilibrio, polarizzazione diretta e inversa. Tecnologia del diodo pn: processi di drogaggio. Diffusione. Impiantazione ionica. Ossidazione e attacco chimico. Caratteristica statica della giunzione pn: teoria di Shockley. Effetti di generazione-ricombinazione. Elettrostatica della giunzione pn. Comportamento del diodo a polarizzazione inversa elevata. Cariche e capacità nella giunzione pn. Circuito equivalente statico, di piccolo e di ampio segnale. Il modello di ampio segnale a controllo di carica. Comportamento dinamico del diodo pn.

- La giunzione metallo-semiconduttore (MS). Giunzioni rettificanti e ohmiche. Caratteristiche dei diodi Schottky. Capacità della giunzione Schottky. Misure CV di profilo. Deposizione di

strati metallici: evaporazione e sputtering. Deposizione chimica da fase vapore. Deposizione di silicio policristallino e siliciuri. Elettromigrazione. Deposizione di strati dielettrici. Deposizione attraverso centrifugazione.

- I transistori a effetto di campo. Il transistor come amplificatore e interruttore. Caratteristiche statiche del FET a giunzione per dispositivi ideali e reali. Comportamento dinamico del FET a giunzione. Comportamento in frequenza. Il MESFET. Teoria generale semplificata dei FET; il modello quadratico.

- Tecnologia dei componenti discreti: resistore, condensatore, induttore.

### **Parte III**

- I transistori metallo-ossido-semiconduttore (MOSFET). Il sistema MOS. Caratteristica CV di sistema MOS. Il MOSFET. Caratteristiche statiche del MOSFET. Comportamento dinamico del MOSFET. Comportamento in commutazione. Famiglie di MOSFET.

- I transistori bipolari. Il transistor bipolare in regione attiva diretta. Valutazione delle correnti di collettore e emettitore. Corrente di base. Parametri caratteristici in zona attiva diretta. Dimensionamento della giunzione base-collettore. Effetto Early. Effetti di basso e alto livello di iniezione. Tecnologia del transistor bipolare. I modelli di Ebers-Moll. Polarizzazione del BJT. Modelli di piccolo segnale del BJT. Modello di ampio segnale del BJT. Il transistor in commutazione.

- I circuiti ibridi. Ibridi a film sottile. Ibridi a film spesso. I circuiti integrati. Integrazione su vasta scala. Integrati MOS, bipolari, BICMOS.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

### **Esercitazioni**

Per ogni gruppo di lezioni sono previste 2-4 ore di esercitazioni in aula aventi lo scopo di presentare e sviluppare esercizi di carattere teorico e numerico sugli argomenti in oggetto.

### **Laboratorio**

È previsto un laboratorio avente come oggetto l'analisi del programma PSPICE e l'uso dei modelli di dispositivi in esso implementati

## **BIBLIOGRAFIA**

Il testo di riferimento del corso è:

G. Ghione, *Dispositivi per la microelettronica*, McGraw-Hill 1998

*Esercizi aggiuntivi e approfondimenti* si possono trovare in:

G.Masera, C.Naldi, G.Piccinini, *Introduzione all'analisi dei dispositivi a semiconduttore*, Hoepli 1995

*Testi ausiliari, per approfondimenti:*

S.E. Sze, *Dispositivi a semiconduttore: fisica e tecnologia*, Hoepli.

B.G. Streetman, *Solid-state electronic devices*, Prentice Hall.

W. Scot Ruska, *Microelectronic processing*, McGraw-Hill.

## **ESAME**

L'esame consiste in una prova scritta e/o in una prova orale. Durante il corso sono proposti tre accertamenti riguardanti le tre parti del corso che si svolgono in aprile, maggio e giugno. Gli accertamenti sono composti da 5-6 esercizi ciascuno, completati da test di teoria. Il superamento delle tre prove scritte esonera dall'esame.

Anno: 5

Periodo: 2

Docente:

**Emilio PAOLUCCI****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Finalità del corso è fornire agli allievi una conoscenza approfondita ed applicata dei fenomeni economici ed organizzativi che interessano l'impresa, finalizzata al completamento della loro preparazione professionale.

**PROGRAMMA**

- ◊ Introduzione al sistema economico e alla contabilità nazionale
- ◊ Teoria della domanda e della produzione. Curve di costo. Forme di mercato: concorrenza perfetta, oligopolio, monopolio.
- ◊ L'analisi e la progettazione delle strutture organizzative d'impresa. Innovazione tecnologica e cambiamento delle forme organizzative d'impresa.
- ◊ Finalità e principi di redazione del bilancio. Lo Stato Patrimoniale: analisi della composizione di attività e passività, il costo del capitale. Il Conto Economico: struttura e analisi. L'analisi di bilancio per indici e per flussi.
- ◊ La contabilità analitica: concetti introduttivi e finalità. Dimensioni di classificazione e di analisi dei costi. La definizione e l'utilizzo dei centri di costo. Sistemi di *costing* e tecnologie di produzione. Analisi e controllo dei costi di progetto. Utilizzo dei costi nelle decisioni aziendali.
- ◊ Elementi di analisi degli investimenti: finalità e campo di applicazione. La determinazione dei flussi di cassa. I Criteri di analisi degli investimenti (VAN, TIR, Pay-back).
- ◊ Elementi di controllo di gestione. La preparazione del budget. L'analisi degli scostamenti.

**BIBLIOGRAFIA**

- S. Rossetto, Manuale di Economia e Organizzazione Aziendale, UTET Università, 1999.  
E. Luciano, P. Ravazzi, I costi nell'impresa: teoria economica e gestione aziendale, UTET Libreria, 1996.  
Materiali a cura del docente.



getto completo di semplici circuiti, mettendo in evidenza le varie scelte che il progettista deve compiere per tener conto ad esempio di limitazioni imposte dai componenti reali e per il soddisfacimento di specifiche contrastanti. Essendo questo un corso di elettronica applicata, è fondamentale, anche in sede di esame, la capacità di capire i fogli tecnici (*data sheets*) dei componenti e il corretto dimensionamento numerico dei progetti.

### **Laboratorio**

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

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

### **BIBLIOGRAFIA**

*Per la parte di elettronica digitale, e alcuni aspetti della parte analogica:*

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

J. Millman, A. Grabel, "Microelectronics", McGraw Hill

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

S. Franco, "Design with operational amplifier and analog integrated circuits", McGraw Hill, seconda edizione, 1997

*Per le esercitazioni:*

Quaderno LADISPE numero 2, "Caratteristiche di componenti elettronici per corsi di Elettronica", POLITEKO

*Per il laboratorio:*

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

Dispense su parte dei contenuti del corso, preparate dal docente sono disponibili in copisteria.

Anno: 5	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezione: 6	esercitazione e laboratorio: 2
Docente:	da nominare	

---

## **REQUISITI**

Elettronica, Teoria dei circuiti elettronici

## **PROGRAMMA**

Richiami sulle logiche convenzionali: TTL, CMOS, ECL;

Driver, buffer e circuiti per il pilotaggio di carichi resistivi e reattivi;

Logiche programmabili;

Microcontrollori;

Protocolli di comunicazioni per trasmissione dati: comunicazione punto-punto; comunicazione a bus; protocolli seriale e parallelo;

Compatibilità elettromagnetica per i sistemi digitali: richiami di elettromagnetismo; emissione irradiata e condotta; suscettibilità ai disturbi irradiati e condotti; disturbi di modo comune; disturbi di modo differenziale;

Cenni alle normative sulla compatibilità e sulla suscettibilità;

Progetto di circuiti stampati per alta velocità (PCB high-speed): richiami sulle linee di trasmissione in regime impulsivo: linee accoppiate, il problema della diafonia; realizzazione delle linee di trasmissione: tecniche per la realizzazione delle terminazioni: distribuzione della alimentazione; generazione e distribuzione del segnale di temporizzazione (clock);

Il problema della dissipazione di potenza e dello smaltimento del calore nei circuiti digitali.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Durante le ore di esercitazione si cureranno gli aspetti applicativi degli argomenti trattati durante le lezioni.

L'attività di laboratorio consisterà nella realizzazione da parte degli studenti di un sistema digitale realizzato con logiche programmabili e un microcontrollore utilizzando strumenti CAD, realizzare praticamente i sistemi e quindi verificarne il funzionamento facendo uso degli strumenti disponibili presso il LADISPE.

## **BIBLIOGRAFIA**

*High speed digital design*, Masakazu Shoji, Addison-Wesley Publishing Company.

*Microcontroller Technology: the 68HC11*, Peter Spasov, Prentice-Hall.

*Introduction to Electromagnetic compatibility*, Clayton R. Paul, Wiley.

*The programmable logic data book*, catalogo utilizzo XILINX.

Anno: 4,5

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 8

esercitazione/laboratorio: 4

Docente:

**Giovanni GHIONE** (collab.: **Marco PIROLA**)**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso ha lo scopo di introdurre i fondamenti della elettronica delle microonde, con particolare attenzione ai circuiti integrati ibridi e monolitici. Dopo una introduzione sui componenti passivi in microstriscia, vengono descritti i principali componenti attivi sia lineari (amplificatori) che non-lineari (oscillatori, mescolatori, moltiplicatori). Particolare attenzione è dedicata alle tecniche CAD analogiche e alla loro applicazione in sede di progetto.

**REQUISITI**

Campi elettromagnetici, Teoria dei circuiti elettronici, Comunicazioni elettriche.

**PROGRAMMA****I MODULO: ELETRONICA LINEARE**

- Sistemi a microonde, implementazione ibrida e monolitica. Linee TEM e quasi-TEM, parametri caratteristici; microstriscie, esempi di progetto. Microstriscie accoppiate. Elementi concentrati, discontinuità microstriscia. Cenni alla tecnologia dei circuiti integrati ibridi e monolitici.
- Parametri S: definizioni e richiami. Circuiti equivalenti di N-porte in termini di onde di potenza. Cenni alla analisi di reti con i grafi di flusso. Calcolo del guadagno di un due-porte caricato. Considerazioni sulla stabilità. Criterio di stabilità, K di Linville, cerchi di stabilità.
- Accoppiatori direzionali. Accoppiatori in microstriscia e di Lange.
- Dispositivi attivi per microonde: MESFET, HEMT, HBT, diodi. Cenni sulla fisica e sul comportamento elettrico. Circuiti equivalenti di piccolo segnale. Parametri caratteristici ( $F_t$ ,  $F_{max}$  ecc). Modelli di piccolo e ampio segnale, procedure di fitting e ottimizzazione di modelli.
- Rumore. Cenni alla fisica. Due-porte rumorosi, cifra di rumore, progetto di rumore. Cifra di rumore cascata, misura di rumore. Cerchi a NF costante.
- Amplificatori di piccolo segnale: tipi (ad anello aperto, adattati con reti resistive, adattati con reti reattive, reazionati, bilanciati, distribuiti) e alimentazione. Progetto di amplificatori a singola frequenza nei casi stabile e instabile. Progetto a banda stretta e a banda larga. Amplificatori a larghissima banda: amplificatori distribuiti. Amplificatori reazionati. Amplificatori bilanciati.

**II MODULO: ELETRONICA NON LINEARE**

- Amplificatori di potenza: amplificatori in classe A. Carico ottimo, potenza di saturazione, generazione di armoniche e PIM. Amplificatori in classe B: punto di lavoro e carico ottimo resistivo. Efficienza. Amplificatori di potenza con harmonic loading: esempi in classe B.
- Analisi di reti a microonde nel dominio del tempo. Integrazione numerica delle equazioni. Analisi di reti nel dominio della frequenza. Reti non-lineari: harmonic balance. Analisi di reti lineari tempovarianti con matrici di conversione. Analisi mediante metodo di Volterra. Cenni al problema della ottimizzazione e al calcolo della sensitivity.
- Oscillatori. Oscillatori a resistenza negativa. Punto di lavoro e stabilità negli oscillatori. Progetto lineare di oscillatori. Rumore negli oscillatori. Oscillatori agganciati.
- Moltiplicatori di frequenza e mescolatori.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni sono in parte numeriche e in parte svolte nel laboratorio di CAD elettronico mediante l'uso dei programmi HARPE/OSA (o MDS) per il progetto lineare e non-lineare; sono di regola precedute da una introduzione teorica svolta in aula o direttamente in laboratorio a seconda dei casi. Gli argomenti di massima svolti sono:

- Nozioni di base sull'uso di un programma di simulazione lineare; catalogo degli elementi.
- Progetto di sezioni di adattamento e filtri con elementi concentrati ideali e ottimizzazione.
- Progetto di sezioni di adattamento e filtri in microstriscia.
- Calcolo e verifica della stabilità; uso di file di parametri S e verifica della stabilità.
- Progetto di amplificatori lineari.
- Fitting di modelli lineari di dispositivi mediante ottimizzazione.
- Fitting di modelli non-lineari di dispositivi.
- Progetto di amplificatore di potenza.

Durante l'ultima parte del corso, le esercitazioni sono dedicate allo svolgimento guidato di progetti assegnati.

## **BIBLIOGRAFIA**

Durante il corso è distribuito materiale che copre tutti gli argomenti trattati. È in preparazione una raccolta di appunti.

*Testi ausiliari, per approfondimenti:*

A.M. Pavio, G.D. Vendelin, U.L. Rohde, Microwave circuit design using linear and nonlinear techniques, Wiley.

S.A. Maas, Nonlinear microwave circuits, Artech House.

R.E. Collin, Foundations for microwave engineering, McGraw-Hill.

## **ESAME**

L'esame consiste nello sviluppo e discussione di un progetto assegnato in corso e in una prova orale o scritta di carattere teorico. Tale prova può essere superata mediante un accertamento in corso d'anno. La prova teorica può essere sostituita dallo svolgimento di una tesina concordata con il docente.

Anno: 5	Periodo: 1		
Impegno (ore sett.)	lezioni: 4	esercitazioni: 2	laboratori: 2
Docente:	<b>Franco MADDALENO</b>		

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso ha lo scopo di presentare sia gli aspetti teorici (modelli dei circuiti), sia gli aspetti progettuali e realizzativi dei più importanti circuiti amplificatori e alimentatori utilizzati nei sistemi elettronici di piccola potenza (<1kW).

La prima parte riguarda l'attuazione e l'amplificazione di potenza, con particolare enfasi sulla amplificazione a bassa frequenza, usata per il comando di piccoli attuatori. Nella seconda parte vengono esaminati gli alimentatori, visti dapprima come sistemi e poi più in dettaglio dal punto di vista circuitale. Vengono trattati i regolatori lineari e quelli a commutazione ad onda quadra (*switching*).

### **REQUISITI**

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

### **PROGRAMMA**

**Cenni ai dispositivi di potenza: [4 ore]**

Diodo, transistore bipolare, transistore ad effetto di campo (MOSFET), IGBT, SCR

**Interruttori elettronici: [12 ore]**

Interruttori elettronici (MOSFET, BJT), caratteristiche e uso. Amplificazione di segnali digitali per il comando di attuatori. Pilotaggio di carichi resistivi, induttivi e misti. Topologie *hi side* e *low side*

**Amplificatori lineari: [14 ore]**

Retroazione e stabilizzazione. Tecniche di analisi, progetto e misura dell'anello di retroazione. Amplificatori in classe B, G e H, caratteristiche e rendimenti. Operazionali di potenza, caratteristiche e uso. Distorsioni e intermodulazioni. Amplificatori a commutazione (classe D). Problemi termici in regime transitorio

**Caratteristiche generali degli alimentatori: [4 ore]**

Classificazione, Specifiche, Affidabilità, Prestazioni, Protezioni, *Standard*, Interferenze elettromagnetiche

**Alimentatori dissipativi: [4 ore]**

Conversione AC/DC, stabilizzazione serie e parallelo. Regolatori integrati e discreti

**Analisi di alimentatori ad onda quadra: [14 ore]**

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

**Configurazioni derivate: [8 ore]**

Analisi e dimensionamento di alimentatori *Buck* derivati (*Forward*, *Push-Pull*, Mezzo ponte e ponte intero). Analisi e dimensionamento di *Flyback*

**Componenti magnetici: [10 ore]**

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

**Circuiti ausiliari: [4 ore]**

Reti snubber. Separazione galvanica. Alimentazioni ausiliarie. Sensori di corrente. Circuiti integrati di controllo

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni vertono sul progetto di semplici convertitori DC/DC e amplificatori, fino al dimensionamento completo, usando caratteristiche di componenti reali.

In laboratorio sono effettuate due dimostrazioni di *buck* e *buck-boost* ad anello aperto e ad anello chiuso.

## **BIBLIOGRAFIA**

Non vi è un testo di riferimento. Buona parte degli argomenti sono trattati su dispense disponibili in copisteria. Sono pure disponibili in copisteria accurati appunti di anni precedenti che coprono completamente il corso.

### *Testi ausiliari*

Bloom, Severns, "Modern DC-DC Switchmode Power Conversion Circuits", Van Nostrand Reinhold, 1985

Kassakian, Schlecht, Verghese, "Principles of Power Electronics", Addison Wesley 1992.

Pressman, "Switching Power Supply Design", McGraw Hill, 1991

## **ESAME**

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

Lo scritto consiste in un progetto simile a quelli eseguiti durante le esercitazioni in aula. La durata è di circa 3 ore.

È possibile presentarsi allo scritto e ritirarsi senza lasciare traccia.

Durante lo scritto bisogna essere muniti di calcolatrice e documentazione distribuita durante il corso, è possibile consultare libri ed appunti, non è possibile consultare i compagni, pena l'annullamento dello scritto.

L'orale ha luogo subito dopo lo scritto (lo stesso giorno o i giorni immediatamente successivi) e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o a esercitazione in aula e ha durata media di un'ora.

Di solito l'orale consiste di due domande la cui valutazione viene mediata con lo scritto (2/3 orale, 1/3 scritto).



Anno: 2	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezione: 6	esercitazione: 4
Docente:	da nominare	

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Nel corso di Fisica II, verranno studiati i campi elettrici e magnetici statici nel vuoto e nei materiali. Successivamente si passerà allo ai fenomeni dipendenti dal tempo e allo studio approfondito delle onde elettromagnetiche nel vuoto e nei materiali.

Durante il corso saranno svolte delle dimostrazioni sperimentali in aula. Sono previste visite a laboratori.

### REQUISITI

Propedeutici al corso di Fisica II sono i corsi di Analisi e di Fisica I.

### PROGRAMMA

Campo elettrostatico nel vuoto, nei dielettrici e nei conduttori.

Campo elettrostatico nel vuoto, campo elettrico, teorema di Gauss, potenziale elettrico.

Dielettrici. Polarizzazione dei dielettrici.

Campo elettrostatico macroscopico. Campo elettrico locale.

Polarizzabilità. Costante dielettrica.

Polarizzazione per orientamento. Legge di Coulomb nei dielettrici.

Energia elettrostatica dei dielettrici. Ferroelettricità. Piezoelettricità.

Conduttori. Corrente elettrica. Densità di corrente. Conservazione della carica ed equazione di continuità. Legge di Ohm.

Effetto Joule. Forza elettromotrice e generatori. Resistenza interna del generatore.

Resistenza elettrica: serie e parallelo.

Misura della resistenza: ponte di Wheatstone.

Processi termoelettrici. Effetto Seebeck. Termocoppie. Effetto Peltier.

Campo magnetico nel vuoto e nei materiali con cenni alla fisica atomica.

Campo magnetico. Forza di Lorentz. Leggi di Laplace.

Momento magnetico di una spira. Equivalenza di Ampere.

Effetto Hall.

Proprietà del vettore  $B$ . Divergenza di  $B$ .

Circuitazione di  $B$ . Quarta equazione di Maxwell nel caso stazionario.

Atomi e livelli atomici. Quantizzazione del momento orbitale e dell'energia.

Quantizzazione del momento di dipolo magnetico.

Magnetizzazione di un sistema paramagnetico quantistico.

Campo magnetico nella materia. Vettore intensità di magnetizzazione.

Il campo magnetico  $H$ . Proprietà di  $H$ : divergenza di  $H$  e circuitazione.

Permeabilità magnetica e suscettività magnetica.

Diamagneti. Precessione di Larmor. Paramagneti. Ferromagneti.

Ciclo di isteresi. Circuiti magnetici. Legge di Hopkinson. Traferri. Superconduttori

Parte di ottica.

Campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo.

Campo elettromagnetico nel vuoto e nei materiali.

Legge di Faraday-Newmann.

Equazione di Maxwell nel caso non stazionario. Corrente di spostamento.

Autoinduzione. Legge di Felici. Mutua induzione.  
Onde elettromagnetiche. Equazione delle onde. Onde elettromagnetiche piane.  
Indice di rifrazione. Proprietà dei campi E e B dell'onda piana.  
Trasversalità. Polarizzazione dell'onda. Onde elettromagnetiche nei dielettrici: polarizzabilità complessa. Ottica geometrica.  
Ottica ondulatoria. Legge di Snell. Formule di Fresnel.  
Polarizzazione della luce per riflessione. Angolo di Brewster.  
Incidenza normale e sfasamento dell'onda riflessa. Riflessione totale.  
Polarizzazione della luce lineare ed ellittica. mezzi anisotropi.  
Assi principali di polarizzazione. Cristalli uniassici. Birifrangenza. Dicroismo.  
Interferenza. Sorgenti coerenti ed incoerenti. Intensità e termine interferenziale. Cammino ottico. Specchi di Lloyd.  
Esperimento di Young con due fenditure rettilinee. Lamine sottili a facce piano-parallele.  
Lamine sottili a cuneo. Interferometro di Michelson. Diffrazione da fenditura.  
Reticolo di diffrazione.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Sono previste visite a laboratori di ricerca.  
Verranno svolte delle esperienze dimostrative in aula.  
Le esercitazioni sono parte integrante del corso.

### **BIBLIOGRAFIA**

Mencuccini-Silvestrini Fisica II  
Halliday-Resnik-Krane Fisica II

### **ESAME**

Le modalità d'esame saranno concordate con il docente.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Il corso di Fisica II è articolato in due parti: una teorica e una pratica. La parte teorica è svolta in aula, mentre la parte pratica è svolta in laboratorio. Le esercitazioni sono parte integrante del corso.

### **BIBLIOGRAFIA**

C.A. Dover, F.S. Koh, S. S. Krieger e H. G. Othmer, *Fisica II*, Ed. Zanichelli, 1998.  
C.E. Paul, *Fisica II*, Ed. Zanichelli, 1998.  
A. Tassan Din, *Fisica II*, Ed. Zanichelli, 1998.

### **ESAME**

Le modalità d'esame saranno concordate con il docente.

Anno: 5	Periodo: 2		
Impegno (ore)	lezione: 4	esercitazione: 2	laboratorio: 2
Docente:	<b>Elena BARALIS</b> (Dipartimento di Automatica e Informatica; tel. 564.7075; e-mail: baralis@polito.it; orario di ricevimento: su appuntamento)		

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

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

### REQUISITI

Fondamenti di informatica, Sistemi informativi

### PROGRAMMA

*Modelli di ciclo di vita del software:* a cascata (waterfall), incrementale, evolutivo-prototipale, a spirale.

*Paradigma ad oggetti:*

Principi fondamentali (identità, classificazione, ereditarietà e polimorfismo)

Metodologia di analisi e progettazione ad oggetti (metodologia UML). *Modelli in UML*

Diagramma delle classi e degli oggetti

Diagrammi delle collaborazioni e delle sequenze

Statecharts (automi a stati finiti gerarchici)

*Linguaggio Java:*

caratteristiche principali, meccanismi di ereditarietà, di gestione della memoria e di overloading degli operatori

applets: animazione, gestione delle immagini

definizione di interfacce utente di tipo grafico

gestione degli eventi generati dall'utente (mouse, tastiera)

gestione I/O

gestione di thread

programmazione in rete mediante socket

*Verifica del software:* tecniche di validazione e verifica.

metodi di testing (top-down, bottom-up, black box, white box).

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

#### *Esercitazioni*

Le esercitazioni comprendono lo svolgimento di esercizi specifici di approfondimento delle parti teoriche e lo sviluppo di un caso di studio volto a illustrare l'intero processo di sviluppo del software.

*Laboratorio* Le esercitazioni vertono principalmente sull'uso del linguaggio Java e di alcuni ambienti di supporto. È previsto lo sviluppo del software relativo al caso di studio illustrato durante le esercitazioni.

## BIBLIOGRAFIA

C. Ghezzi, M. Jazayeri, D. Mandrioli, "fundamentals of software engineering", Prentice-Hall 1991

G. Booch, "Object oriented Analysis and Design with Applications", Benjamin Cummings, 1994

L. Lemay, C.L. Perkins, "Teach Yourself Java in 21 Days", Sams.net Publishing 1996

## ESAME

L'esame consiste in una prova scritta di programmazione in Java (sostituibile da una tesina) e un orale sulla parte di teoria.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Dopo prove scritte a risposta chiusa di teoria.

Verifica svolta dalle apparenze durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni sono parte integrante del corso.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Le esercitazioni vengono svolte in laboratorio (aula) durante le lezioni in aula.

Anno: 2

Periodo: 2

Impegno (ore totali)

lezione: 30      esercitazione: 20

Docente:

**Mauro VELARDOCCHIA**

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Obiettivo del corso è fornire gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identificazione e la modellazione dei fenomeni meccanici fondamentali, dei componenti e dei sistemi meccanici. Gli argomenti sono trattati secondo un metodo mirato all'apprendimento delle metodologie di analisi utili per studiare gli aspetti funzionali dei sistemi meccanici.

### **REQUISITI**

Analisi Matematica I e II - Fisica I

### **PROGRAMMA**

Introduzione agli organi costitutivi delle macchine; esempi di sistemi meccanici con elementi di trasmissione rigidi e flessibili.

Cinematica del corpo rigido. Accoppiamenti tra corpi rigidi: cuscinetti, boccole, vite-madrevite, guide lineari, camme. Applicazioni a sistemi di movimentazione e trasformazione del moto.

Cinematica dei moti relativi; applicazioni ai sistemi di sollevamento. Meccanismi articolati: metodologie di analisi cinematica applicate allo studio di sistemi per la trasmissione del moto e di strutture articolate.

Dinamica: forze e momenti, equazioni cardinali, diagramma del corpo libero, metodi energetici applicati allo studio di sistemi meccanici.

Attrito. Componenti meccanici ad attrito: ruote, freni e frizioni.

Elementi di trasmissione del moto: ingranaggi, rotismi, cinghie, catene, funi, vite e madrevite, giunti, camme e punterie, meccanismi articolati, supporti a secco, a rotolamento e lubrificato.

Accoppiamento motore-utilizzatore: caratteristiche meccaniche, transitori, criteri di stabilità, sensitività ai disturbi, cenni ad applicazioni di controlli.

Vibrazioni meccaniche. Vibrazioni lineari libere e forzate di sistemi ad un grado di libertà.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione di esercizi riguardanti gli argomenti del corso.

### **BIBLIOGRAFIA**

C. Ferraresi, T. Raparelli, "Appunti di Meccanica Applicata", CLUT, Torino, 1997

### **ESAME**

La prova di esame si svolge oralmente.

È prevista una prova di accertamento a metà ed una al termine del corso.

Anno: 4,5

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 4

esercitazione/laboratorio: 4

Docente:

**Guido MASERA**

## **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso fornisce gli strumenti di analisi e di progetto per affrontare la realizzazione di sistemi digitali integrati come circuiti VLSI, a partire dai principi di funzionamento dei MOSFET. Lo stretto legame esistente tra fisica dei dispositivi, tecnologie di fabbricazione e integrabilità a livello di sistema, rende il corso "trasversale" negli indirizzi di carattere tecnologico e hardware digitale. Inoltre la necessità di fornire agli allievi le competenze relative all'intero ciclo di progetto e di fabbricazione di circuiti VLSI rende fondamentali le esercitazioni di laboratorio con strumenti CAD e lo svolgimento di un progetto fino alla realizzazione circuitale.

## **PROGRAMMA**

### **I PARTE: TEORIA DEL MOSFET E TECNOLOGIA CMOS**

- richiami sul MOSFET
- tecnologia CMOS
- modello per MOSFET a canale lungo
- scaling down e modelli a canale corto
- realizzazione dei circuiti integrati

### **II PARTE: CIRCUITI CMOS: PROGETTO E OTTIMIZZAZIONE**

- inverter statico e circuiti CMOS combinatori
- logiche a pass transistor e logiche dinamiche
- latch, flip flop e circuit sequenziali
- logiche NORA, TSPC e differenziali
- ottimizzazione high speed e low power

### **III PARTE: PROGETTO DI CIRCUITI E SOTTOSISTEMI**

- metodologia e stili di progetto
- blocchi aritmetici
- il timing (sistemi a fase singola e multipla problemi di skew, circuit self-timed, generazione e distribuzione del clock)
- interconnessioni on-chip
- strutture di memoria
- logiche programmabili

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni approfondiscono i concetti presentati nelle lezioni, applicandoli a casi reali. La metodologia di progetto, basata sulla continua verifica, tramite simulazione, delle scelte di progetto si riflette sulle esercitazioni che si articolano tra valutazioni teoriche e simulazioni numeriche. Particolare attenzione viene inoltre prestata allo svolgimento di esercitazioni di laboratorio relative al progetto di un sistema o di una sua sottoparte, come circuito integrato VLSI.

## **ESAME**

Prova scritta, seguita da orale. Durante il corso è previsto un esonero, che copre circa la metà del programma. È anche prevista la possibilità di integrare la valutazione con tesine facoltative.

## BIBLIOGRAFIA

Appunti del corso, in fase di preparazione.

Jan M. Rabaey, "Digital Integrated Circuits: A Design Perspective" Prentice-Hall, 1996

Michael J. S. Smith, "Application-Specific Integrated Circuits" Addison-Wesley Publishing Company, 1997

Neil H. E. Weste and Kamran Eshraghian, "Principles of CMOS VLSI Design" - second edition Addison-Wesley Publishing Company, 1993

H. B. Bakoglu, "Circuits, Interconnections, and Packaging for VLSI" Addison-Wesley Publishing Company, 1990

Anno: 4,5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione/esercitazione: 8

laboratorio: 3 volte nel semestre

Docente:

**Gian Paolo BAVA** (Dipartimento di Elettronica)

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Scopo del Corso è di fornire metodi di studio e di progetto di componenti, dispositivi e circuiti di interesse nel campo delle microonde, con particolare attenzione al settore delle telecomunicazioni (collegamenti e circuiti di elaborazione in guide metalliche e dielettriche ed in strutture adatte a circuiti integrati; cenni sistemistici). Rientrano nel programma tematiche di rilievo per l'attuale evoluzione delle microonde in connessione con i sistemi ottici, per applicazioni satellitari e per collegamenti con mezzi mobili (tubi per microonde, interazioni tra microonde ed optoelettronica, filtri compatti).

## REQUISITI

Conoscenze relative alle materie di base, in particolare al Corso di Campi Elettromagnetici.

## PROGRAMMA

Non è prevista una netta distinzione tra lezioni ed esercitazioni di calcolo; per gli argomenti significativi, al momento opportuno, verrà dedicato spazio agli esercizi.

### I PARTE:

- Esempi di sistemi a microonde ed analisi dei loro elementi costitutivi fondamentali. Guide d'onda e loro caratteristiche (richiami e generalizzazione) con esempi di applicazione; eccitazione ed accoppiamento dei modi; progetto di circuiti in microstriscia. Onde elastiche a microonde.
- Rappresentazione dei circuiti mediante parametri scattering (richiami e generalizzazione); connessione di strutture e conseguenze: riflessioni multiple, fenomeni di risonanza, elementi attivi e potenziale instabilità. Analisi di significativi circuiti con due, tre e quattro porte; esempi vari di applicazione.
- Guide non uniformi ed accoppiamento dei modi: interessi ed applicazioni. Condizione di sincronismo e conseguenze: esempi vari. Interazioni elasto- ed elettro-ottiche e loro impieghi. Strutture periodiche: loro caratteristiche ed usi.
- Onde di carica spaziale su fasci di elettroni nel vuoto ed applicazione allo studio dei tubi per microonde (klystron, tubi ad onde progressive, magnetron); evoluzione dei tubi.
- Laboratorio: esame di componenti passivi a microonde.

### II PARTE

- Risonatori a microonde: parametri caratteristici ed esempi (cavità metalliche, circuiti vari in microstriscia, risonatori dielettrici ed aperti). Eccitazione dei risonatori; risonatori accoppiati e circuiti equivalenti. Applicazioni dei risonatori. Campi quantizzati e fenomeni di rumore. Rumore nei ricevitori a microonde.
- Filtri distribuiti e loro interessi nei sistemi a microonde. Filtri derivati da modelli concentrati (trasformazione di Richards) e caratteristiche d'impiego. Filtri ottenuti da modelli distribuiti (linee in cascata); caratteristiche e realizzazioni in microstriscia ed in guida metallica. Filtri a banda stretta, ottenuti per sintesi diretta da prototipi passa-basso; caratteristiche peculiari di interesse in sistemi avanzati.
- Conversione di frequenza con dispositivi reattivi (fenomeni parametrici); relazioni di Manley-Rowe. Applicazioni agli up-converter ed agli amplificatori parametrici a resistenza negativa.
- Laboratorio: rilievo delle caratteristiche di risonatori a microonde.

## BIBLIOGRAFIA

È disponibile una versione completa di appunti sulle lezioni; una copia verrà messa a disposizione all' inizio del Corso.

## ESAME

a) svolgimento di due elaborati scritti, relativi alle due parti del Corso (prove scritte o tesine);

- le prove si intendono superate se in ognuna il voto conseguito non è inferiore a 15/30 e se la media delle due non è inferiore a 18/30; il risultato di tali prove è valido solo per il superamento dell' esame nella sessione di febbraio;

- se le prove scritte sono state superate, ma il voto finale non è ritenuto accettabile: breve prova orale nella sessione di esami di febbraio; il risultato finale dipende sia dagli esiti degli scritti sia dall' orale.

b) esame tradizionale consistente in una prova scritta, seguita da orale.

Anno: 4

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione: 6

esercitazione: 4

Docente:

**Franco FERRARIS** (collab.: **Marco PARVIS**)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di illustrare innanzi tutto i principi di funzionamento e di uso dei sistemi di misura più diffusi nelle varie aree dell'ingegneria elettronica e di presentare le specifiche disposizioni circuitali usate per la misura di alcune grandezze elettriche.

Nella seconda parte del corso saranno sviluppati i metodi e la strumentazione orientati alle misure ed al collaudo di dispositivi e componenti usati nell'industria elettronica.

### **REQUISITI**

Fisica, Elettrotecnica, Elettronica.

### **PROGRAMMA**

Il procedimento conoscitivo sperimentale. La teoria della misurazione. La teoria rappresentazionale. Incertezze. Modello deterministico. Modello probabilistico. Le misurazioni dirette. Le misurazioni indirette. Esempi di calcolo delle incertezze. [10 ore]

Caratterizzazione metrologica di un dispositivo. Il Sistema SI. I campioni. Diagramma di produzione di una misurazione. Gli scambi di energia. [8 ore]

L'oscilloscopio: TRC. Canale verticale. Canale orizzontale. Generatore base tempi. Doppia base tempi. Doppia traccia. Le sonde. Oscilloscopio a memoria. Oscilloscopio a campionamento. Oscilloscopio a memoria digitale. [12 ore]

Strumenti elettromeccanici. Strumenti analogici per c.c. Voltmetri analogici per c.a.: a valor medio, di cresta, a vero e quasi vero valore efficace. Misure di corrente. Sonda di corrente. [10 ore]

Convertitori D/A. Voltmetri digitali: a potenziometro, a rampa, ad approssimazioni successive, ad inseguimento, parallelo, a rampa semplice, a rampa doppia. [10 ore]

I metodi di zero. Ponte di Wheatstone. Varianti del ponte di Wheatstone. Il potenziometro. Ponti in alternata. [10 ore]

Metodi di risonanza per misure di impedenza: il Q-metro. Misure di impedenza. Generatori di segnale. [6 ore]

Misure di fase. Misure di frequenza. [6 ore]

Nozioni di antiinfortunistica. [2 ore]

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni verteranno su esempi di calcolo delle incertezze. [4 ore]

Le esercitazioni sperimentali di laboratorio, svolte da studenti divisi in gruppi, hanno lo scopo di far acquisire familiarità con gli strumenti ed i metodi di misura delle grandezze elettriche.

Esercitazioni sperimentali della durata di 4 ore ciascuna, precedute da 2 ore in aula di illustrazione dell'esercitazione. Gli allievi sono suddivisi in gruppi di tre-cinque persone per tavolo. Le squadre sono composte da cinque gruppi (circa venti allievi ciascuna).

Voltamperometrica in c.c.

Uso dell'oscilloscopio, prima e seconda parte.

Confronto delle prestazioni di voltmetri in a.c.

Ponte di Wheatstone.

Uso di un sistema per l'acquisizione automatica dei dati.

## BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento:

Copie delle trasparenze presentate a lezione.

G. Zingales, *Misure elettriche: metodi e strumenti*, UTET, Torino, 1992.

E. Rubiola, *Laboratorio di misure elettroniche*, CLUT, Torino, 1993.

Testi ausiliari, per approfondimenti:

A. De Marchi, L. Lo Presti, *Incertezze di misura*, CLUT, Torino, 1993.

E. Arri, S. Sartori, *Le misure di grandezze fisiche*, Paravia, Torino, 1984.

C. Offelli, *Strumentazione elettronica*, Libr. Progetto, Padova, 1991.

G. Costanzini, U. Garnelli, *Strumentazione e misure elettroniche*, Zanichelli, Bologna.

## ESAME

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

Anno: 5

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 4

esercitazione/laboratorio: 4

Docente:

**Marco PARVIS****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di fornire agli allievi le conoscenze necessarie per una corretta gestione delle misure in ambito industriale. Durante il corso vengono analizzate le tre tematiche fondamentali: trasduzione, acquisizione ed elaborazione dei dati.

Il corso ha una forte connotazione sperimentale legata ad un uso intenso del laboratorio: sono previste 7 esercitazioni sperimentali che trattano tutti e tre gli aspetti precedentemente citati più lo sviluppo di tesine della durata di tre-quattro settimane.

**REQUISITI**

Misure elettroniche.

**PROGRAMMA**

La divisione in argomenti e l'ordine in cui sono trattati è funzionale ad un corretto sviluppo delle esercitazioni.

Caratteristiche generali dei sensori: specifiche e terminologia comune a tutti i sensori. [4 ore]

Trasduttori di temperatura. Principi di trasduzione: variazione di resistività, forze termoelettromotrici, tensione di giunzione, misure a radiazione. Prestazioni dei diversi metodi e criteri di scelta. [8 ore]

Circuiti di condizionamento e filtraggio per il corretto uso dei sensori di temperatura. [4 ore]

Acquisizione dei dati: criteri di scelta della frequenza di campionamento. Analisi delle prestazioni dei sistemi di conversione analogico/digitale. Bit di risoluzione e bit di accuratezza. Problemi nell'acquisizione della grandezze tempovarianti. [8 ore]

Sistemi di acquisizione dati: architettura distribuita e concentrata. Tipi di strutture per sistemi concentrati: VME/VXI, bus AT e sistemi proprietari. Tipi di collegamenti tra i diversi componenti: RS 232, IEEE 488, Ethernet. [8 ore]

Gestione delle acquisizioni: discussione sui vantaggi e le prestazioni ottenibili con programmazione diretta ed ambienti integrati (LabWindows, LabView, VEE). Problematiche legate agli ambienti operativi (DOS, Windows, ecc.) e alle necessità del tempo reale. [4 ore]

Trasduttori per grandezze meccaniche (accelerazione, velocità, posizione, forza e deformazione). Principi di trasduzione, criteri di scelta e prestazioni ottenibili. [4 ore]

Approfondimento sui misuratori di deformazione e sui circuiti di condizionamento. Cenni ad altri tipi di sensori. [2 ore]

Tecniche di elaborazione dei dati per l'estrazione dell'informazione di misura: filtraggio digitale, deconvoluzione, ecc. [6 ore]

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni in aula sono finalizzate alla presentazione delle esercitazioni in laboratori. Sono previste 6 esercitazioni di 2 ore corrispondenti ai 6 temi proposti in laboratorio.

Le esercitazioni si svolgono in laboratori in blocchi di 4 ore. Sono previste 10 esercitazioni. Durante le esercitazioni è prevista la suddivisione degli studenti in gruppi di 3-4 persone.

1. Misurazione di temperatura tramite termoresistenza: misurazione diretta con multimetro e montaggio a ponte [4 ore].

2. Costruzione di un misuratore di temperatura a termoresistenza. Realizzazione del circuito di condizionamento, taratura e verifica delle prestazioni. [4 ore]
3. Costruzione di un misuratore di temperatura sia termocoppia sia tramite sensori elettronici. Costruzione dei circuiti di condizionamento, taratura e verifica delle prestazioni. Confronto con le prestazioni del sistema di misura a termoresistenza. [4 ore]
- 4 Sistema di misura per grandezze tempovarianti: acquisizione del transitorio di scarica di un sistema RC. Scrittura di un programma di gestione della misura in ambiente DOS tramite interfaccia RS232 [4 ore]
- 5-6 Sistema di misura per grandezze tempovarianti: acquisizione automatica del transitorio di scarica di un sistema RC. Scrittura di un programma di gestione della misura in ambiente Windows con interfaccia grafica ed impiego dell' IEEE488. Analisi dei problemi legati alla discretizzazione temporale. [8 ore]
- 7 Uso di schede di acquisizione dati per PC: verifica della taratura di un convertitore digitale analogico per confronto con strumenti tarati [4 ore]
- 8-10 Tesine consistenti nel progetto, realizzazione e caratterizzazione di sistemi di misura automatici

## **BIBLIOGRAFIA**

*Testi di riferimento:*

Copia delle trasparenze presentate a lezione.

Francis S. Tse, Ivan E. Morse Measurement and Instrumentation in Engineering, Marcel Dekker, inc. New York

G.C. Barney, Intelligent instrumentation, Prentice Hall, 1985.

H.K.P. Neubert, Instrument transducers, Clarendon, Oxford, 1984.

*Testi ausiliari, per approfondimenti:*

Fotocopie di manuali e materiale illustrativo degli strumenti e componenti impiegati.

## **ESAME**

Esame orale al termine del corso con discussione delle tesine.

È richiesta la presentazione di una relazione sulle esercitazioni svolte.



Anno: 5	Periodo: 1
Impegno (ore)	lezione: 6      esercitazione: 2
Docente:	<b>Giovanni GHIONE</b> (collab. <b>Marina MELIGA</b> )

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso di Optoelettronica II presenta approfondimenti a carattere monografico su una serie di argomenti avanzati nel settore dei dispositivi e circuiti integrati optoelettronici. Il corso si avvale delle competenze di tecnici dei laboratori CSELT direttamente coinvolti nella progettazione e nell'uso di dispositivi avanzati (soprattutto LASER).

### **REQUISITI**

Dispositivi elettronici I, Optoelettronica I

### **PROGRAMMA**

Richiami di fisica dei semiconduttori composti.

LASER a semiconduttore avanzati

Caratterizzazione di materiali semiconduttori: tecniche di microanalisi

Dispositivi e circuiti ottici integrati.

Tecniche di packaging di circuiti e dispositivi optoelettronici

Affidabilità dei dispositivi optoelettronici

### **BIBLIOGRAFIA**

Gli argomenti del corso sono coperti da dispense fornite dal docente e da dispense CSELT.

Testi ausiliari:

J.Singh, Semiconductor Optoelectronics, McGraw Hill, 1995

### **ESAME**

Consiste in una prova orale di carattere prevalentemente teorico sugli argomenti sviluppati nel corso.

**T4534**

**RETI DI TELECOMUNICAZIONI I (r)**

(corso ridotto)

Anno: 5

Periodo: 1

**PROGRAMMA NON PERVENUTO**

**T4536**

**RETI DI TELECOMUNICAZIONI II (r)**

(corso ridotto)

Anno: 5

Periodo: 1

**PROGRAMMA NON PERVENUTO**

Anno: 4

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 4      esercitazione: 4

Docente:

Luigi GILLI (Collab.: Patricia LAGO)

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di illustrare le problematiche relative al progetto ed al collaudo di circuiti logici e di semplici sistemi di elaborazione. Il corso è integrato da esercitazioni pratiche durante le quali lo studente può apprendere l'uso di strumenti di verifica di progetto, ormai di uso corrente nei sistemi di ausilio alla progettazione elettronica (CAE).

## REQUISITI

### *Sistemi informativi I.*

Reti logiche è una delle poche materie che apparentemente non richiede altra preparazione di base che quella derivante dal conoscere la matematica e l'elettrologia delle scuole medie.

Tuttavia, se si desidera comprendere a fondo il comportamento delle reti logiche che sono prima di tutto reti elettriche è opportuno conoscere i fondamenti dell'Elettrotecnica ed i concetti fondamentali dell'Elettronica.

## PROGRAMMA

### *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

### **Sintesi formale di sistemi di elaborazione**

Riguarda una metodologia per il progetto di sistemi logici complessi che riconduca all'utilizzo dei concetti e delle nozioni apprese nella prima parte. Comprende i seguenti argomenti fondamentali:

- Struttura generale dei sistemi di elaborazione: l'unità operativa, l'unità di controllo, la memoria centrale, le unità periferiche
- La descrizione formale di un sistema di elaborazione a livello RT (Register Transfer)
- Il procedimento di sintesi, a partire dalla descrizione formale
- L'esempio della piccola unità centrale, con riferimento al set di istruzioni alla sua struttura interna con i principali registri, al progetto dell'unità operativa e dell'unità di controllo
- Sistemi a microprocessore, partendo da una descrizione della struttura generale dei sistemi a microprocessore e delle loro periferiche fondamentali, giunge alla descrizione completa del sistema 8086 e delle unità periferiche di uso comune. In particolare comprende:
- Architettura generale dei sistemi a microprocessore. La gestione della memoria e delle periferiche
- L'organizzazione di una unità centrale ad 8 bit e il set di istruzioni, il loro formato e il loro modo di esecuzione
- Le periferiche fondamentali: le interfacce di tipo parallelo, di tipo seriale, i controllori di interruzione
- L'unità centrale 8086: la sua struttura interna, i suoi registri. I modi di indirizzamento della memoria e delle periferiche
- Il set di istruzioni dell'8086 e la loro temporizzazione
- L'interfaccia periferica parallela 8255
- L'interfaccia periferica parallela 8251
- L'unità di conteggio e temporizzazione 8253
- Il controllore di interruzioni 8259

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

1. Sistemi di numerazione e codici.
2. Minimizzazione di funzioni booleane.
3. Circuiti combinatori: Analisi e sintesi.
4. Circuiti combinatori: Componenti di tipo commerciale.
5. Circuiti sequenziali: Analisi e sintesi.
6. Circuiti sequenziali: Componenti di tipo commerciale.
7. Progetto formale: esempi di descrizione formale di piccoli sistemi di tipo speciale (macchine FSM complesse) e di relativo progetto.
8. Progetto formale: linguaggi di descrizione e simulazione.
9. Generazione di prove di collaudo per semplici reti logiche.
10. Sistemi a microprocessore: Progetto di piccoli sistemi a microprocessore e stesura dei relativi programmi Assembler.

### **BIBLIOGRAFIA**

- L. Gilli, "Elementi di reti logiche", CUSL, Nov. 1994  
 L. Gilli, M. Poncino, "Collaudo e diagnostica dei circuiti digitali", Esculapio, 1998.  
 L. Gilli, "Progetto formale di sistemi di elaborazione - Sistema a microprocessore 8085", CUSL, 1993  
 Testi ausiliari  
 M. Breuer, "Manuali dei sistemi a microprocessore Intel"

## ESAME

L'esame è composto di:

- Una prima prova scritta con cinque/sei esercizi da risolversi in un tempo dell'ordine di quaranta minuti, a ciascuno dei quali è assegnato un punteggio variante tra 2 e 4, in modo tale che la somma dei punteggi sia pari a 18; si supera la prova e si è ammessi alla seconda con un punteggio superiore a 9
- Una seconda prova, della durata di due ore consistente nella progettazione di una macchina FSM complessa. Il punteggio massimo di questa prova è 12, in modo tale che la somma dei punteggi delle due prove sia al massimo 30
- La prova orale, comprendente la discussione dello scritto ed eventuali domande integrative

Anno: 5	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezione: 6	esercitazione/laboratorio: 2
Crediti: 10		
Docente:	<b>Roberto TADEI</b>	

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

La Ricerca Operativa consiste nella costruzione di modelli razionali per la rappresentazione di problemi complessi e dei relativi algoritmi risolutivi.

Il corso si propone di dotare lo studente degli strumenti di base per modellizzare e risolvere una serie di problemi propri dell'ingegneria elettronica, informatica e automatica e delle telecomunicazioni.

La modellizzazione del problema consiste nella formulazione dello stesso in termini di programmazione matematica, cioè nell'individuazione di funzione obiettivo da minimizzare o massimizzare e dei relativi vincoli, mentre la sua risoluzione consiste nella ricerca del minimo o del massimo nel rispetto dei vincoli e richiede l'utilizzo di algoritmi di calcolo. Per tutti i problemi trattati nel corso verranno presentati gli algoritmi più recenti, alcuni oggetto di ricerca presso il Dipartimento, con particolare attenzione alla loro complessità computazionale. Durante il corso verranno proposte agli studenti tesine di ricerca attinenti agli argomenti trattati.

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

### REQUISITI

Geometria, Fondamenti di Informatica I.

### PROGRAMMA

#### I MODULO

Impegno (ore)                      lezione: 34                      esercitazione: 16                      laboratorio: 4  
Crediti 5

Aspetti di base della Programmazione Lineare. Modellizzazione del problema. Soluzioni di base. Teorema Fondamentale della Programmazione Lineare. Metodo del Simpleso. Metodo del Simpleso Revisionato. Dualità. Analisi di Sensitività. Condizioni di complementarità. Metodo del Simpleso Duale. Metodo del Simpleso Primale-Duale. Problema dei Trasporti. Algoritmo di Dantzig. Problema dell'Assegnamento. Algoritmo ungherese.

#### II MODULO

Impegno (ore)                      lezione: 34                      esercitazione: 16                      laboratorio: 4  
Crediti 5

Flusso di Costo Minimo. Cammino Minimo. Massimo Flusso. Grafo di Rank e Cammino Critico. Complessità computazionale. Programmazione Intera. Piani di Taglio. Metodo di Gomory. Branch and Bound. Problema del commesso viaggiatore. Programmazione Dinamica. Problemi di localizzazione. Problemi di scheduling.

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Per ciascuno dei punti del programma verranno svolte esercitazioni in aula ed in laboratorio con utilizzo di software di programmazione matematica. Particolare attenzione sarà rivolta alla costruzione del modello matematico partendo da problemi reali.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **I MODULO:**

R. Tadei, F. Della Croce, *Lezioni di Ricerca Operativa e Ottimizzazione*, Progetto Leonardo, Esculapio, Bologna, 1999.

M. Fischetti, *Lezioni di Ricerca Operativa*, Libreria Progetto, Padova, 1995.

D.J. Luenberger, *Introduction to Linear and Nonlinear Programming*, Addison Wesley, 1984.

S. Martello, D. Vigo, *Esercizi di Ricerca Operativa*, Progetto Leonardo, Bologna, 1994.

### **II MODULO:**

R. Tadei, F. Della Croce, *Lezioni di Ricerca Operativa e Ottimizzazione*, Progetto Leonardo, Esculapio, Bologna, 1999.

M. Minoux, *Mathematical Programming. Theory and Algorithms*, Wiley, 1986.

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

M.S. Daskin, *Network and Discrete Location*, Wiley, 1995.

E.L. Lawler, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, D.B. Shmoys, *Sequencing and Scheduling: Algorithms and Complexity*, in *Handbooks in Operations Research and Management Science*, Vol. 4, North Holland, 1993, 445-522.

## **ESAME**

Scritto, della durata di due ore (orale facoltativo).

Il corso prevede due esoneri scritti durante il semestre, della durata di 2 ore ciascuno. Il superamento di entrambe gli esoneri pur sostituire l'esame finale. Lo studente che volesse migliorare il risultato del I e/o del II esonero pur sostenere l'esame relativamente al programma coperto dall'esonero stesso. In tale caso il risultato dell'esonero viene dimenticato. Ulteriori dettagli sugli esoneri e sulle tesine verranno forniti in classe all'inizio del corso.

Anno: 5

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 6      esercitazione: 2      laboratorio:

Docente:

**Paolo MONTUSCHI** (Dipartimento di Automatica e Informatica;  
orario di ricevimento: sarà affisso nelle bacheche del Dipartimento;)

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire agli allievi le nozioni di base relative alle architetture, agli algoritmi fondamentali, alle metodologie di progettazione e valutazione di sistemi di elaborazione di media complessità. Una particolare importanza è data allo studio dell'architettura dei Personal Computer. Sono analizzate le principali famiglie di microprocessori, i relativi bus e la gestione dei principali dispositivi periferici, dai punti di vista hardware e software.

### REQUISITI

Fondamenti di Informatica, Reti Logiche.

### PROGRAMMA

- Architetture di sistemi a microprocessore: organizzazione di sistemi basati su dispositivi a 16 e 32 bit (8086, 80286, 80386, Pentium, Pentium Pro (P6)). Memorie (DRAM, cache, tecniche di rilevamento e correzione degli errori), metodologie di gestione dei periferici (gestione dei bus, polling, interrupt, DMA), interfacce (I/O standard, video controller, disk controller), struttura dell'unità di controllo, dispositivi periferici (hard, floppy e compact disk e loro organizzazione).
- Struttura dei Personal Computer: organizzazione hardware, funzioni e organizzazione del BIOS.
- Fondamenti di sistemi operativi: file system, memory management, politiche di schedulazione, sistemi multitasking, organizzazione a processi; panoramica generale dei sistemi operativi.
- Architetture a multiprocessore: tipologie di interconnessione tra processori, gestione delle memorie cache in ambiente multiprocessore, processori paralleli e calcolo vettoriale, strutture a bus comune, condivisione delle risorse, gestione della memoria, multitasking.
- Evoluzione dei microprocessori: architetture CISC evolute, architetture RISC (DEC Alpha e IBM Power PC).
- Cenni sulle architetture e sulle tecniche di programmazione dei sistemi grafici: tecnologie costruttive dei monitor, principali tecniche di rendering e modellizzazione, organizzazione di un programma di rendering mediante le librerie grafiche OpenGL.

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Non sono previste esercitazioni in laboratorio pianificate. Tuttavia, poiché potrebbe essere richiesto lo sviluppo di semplici lavori applicativi, sarà riservato settimanalmente presso il LAIB un adeguato numero di macchine.

### BIBLIOGRAFIA

- Computer Organization and Design (second edition), David A. Patterson and John L. Hennessy, Morgan Kaufmann.
- Microcomputer Systems: the 8086/8088 family, Yu-Chen Liu e Glenn A. Gibson, Prentice/Hall International Inc.

- Computer Organization and Architecture: design for performance, William Stallings, 4<sup>th</sup> edition, Prentice Hall.
- Computer Graphics, Foley, Van Dam, Feiner, Hughes, Addison Wesley.
- Dispense del corso.

## ESAME

Prova scritta, prova orale, discussione di eventuali lavori applicativi assegnati e sviluppati.

Anno: 3

Periodo: 2

Impegno (ore)

lezione: 6      esercitazione: 3      laboratorio: 4

Docente:

**Silvano RIVOIRA** (Dipartimento di Automatica e Informatica;

tel. 564.7056; e-mail: rivoira@polito.it;

orario di ricevimento: lun-mer dalle 15 alle 18)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

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

Il corso comprende lezioni, esercitazioni ed attività di laboratorio su workstation.

### **PROGRAMMA**

*Strutture dati e Algoritmi fondamentali (32 ore):*

- Linguaggio C e metodologia di sviluppo per raffinamenti successivi (8 ore)
- Sviluppo di algoritmi iterativi e ricorsivi operanti su dati non strutturati (4 ore):  
massimo comune divisore, potenza, fattoriale, numeri di Fibonacci, torri di Hanoi
- Sviluppo di algoritmi operanti su strutture dati statiche (4 ore):  
ordinamento interno (inserimento, selezione, scambio, quicksort)  
ricerca binaria e hash
- Sviluppo di algoritmi operanti su strutture dati dinamiche (16 ore):  
liste (stack, code, liste generalizzate)  
alberi (costruzione, visita, ricerca)  
grafi (visita in ampiezza e profondità, percorso minimo, minimum spanning tree)

*Architettura dei sistemi a microprocessore (20 ore):*

- Architettura interna di microprocessori INTEL (10 ore)
- Linguaggio macchina dei microprocessori INTEL 8086/88 (7 ore)
- Ambienti di sviluppo in linguaggio assembler (3 ore)

*Reti di Calcolatori e Protocolli di comunicazione (14 ore):*

- Reti di trasmissione e modello ISO/OSI (6 ore)
- Reti locali (5 ore)
- Protocolli Data Link (3 ore)

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

- Fondamenti del sistema operativo Unix (8 ore)
- Costrutti fondamentali del linguaggio C (4 ore)
- Algoritmi di ordinamento in linguaggio C (6 ore)
- Realizzazione e uso di strutture dati in linguaggio C:
  - Liste (6 ore)
  - Alberi (6 ore)
  - Grafi (6 ore)
- Comunicazione tra programmi scritti in linguaggio C e programmi scritti in linguaggio assembler (4 ore)

*Attività di LABORATORIO:*

Realizzazione di programmi in linguaggio C su workstation in ambiente Unix e di programmi in linguaggio assembler in ambiente DOS/Windows (40 ore)

## BIBLIOGRAFIA

- B.W. Kernighan, D.M. Ritchie: *Linguaggio C*, G.E. Jackson, 1989.
- A.M. Tenenbaum, Y. Langsam, M.J. Augenstein: *Data structures using C*, Prentice Hall Int., 1990.
- C. Morgan, M. Waite: *Il manuale 8086/8088*, Mc Graw Hill, 1987.
- J. Walrand: *Communication networks: a first course*, Irwin Aksent, 1991.

## ESAME

L'esame si compone di due prove scritte e di una verifica.

La prima prova scritta verte sul programma delle LEZIONI, ha la durata di un'ora, può essere sostenuta una sola volta per sessione, ed è valida per un anno solare. Non è ammessa la consultazione di nessun tipo di documento.

La seconda prova scritta verte sui contenuti delle ESERCITAZIONI e del LABORATORIO, consiste nello sviluppo di un programma, ha la durata di due ore e può essere ripetuta ad ogni appello. È possibile consultare libri ed appunti.

La prova di verifica consiste nel confronto tra un elaborato consegnato al termine della seconda prova scritta ed un corrispondente programma eseguibile sviluppato successivamente dal candidato. Questa prova può essere sostenuta nello stesso appello o in un appello successivo a quello della seconda prova nell'arco di un anno solare.

Il voto finale è il risultato della media aritmetica dei voti ottenuti nella prima prova scritta e nella prova di verifica.

Anno: 5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione: 6

esercitazione: 2

Docente:

**Giovanni GHIONE** (collab. **Marina MELIGA**)**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

I corsi di Tecnologie e Materiali per l'Elettronica I e II hanno lo scopo di fornire una panoramica dettagliata sui processi tecnologici coinvolti nella fabbricazione di dispositivi a semiconduttore per la microelettronica (corso I) e per l'optoelettronica e l'elettronica per le microonde (corso II).

**REQUISITI**

Dispositivi elettronici I

**PROGRAMMA**

1. Richiami di fisica dei materiali semiconduttori: struttura a bande dei solidi, struttura cristallina di Si e semiconduttori composti.
2. Crescita di materiale monocristallino. Processi Bridgman, Czochralski, a zona fusa mobile
3. Processi di crescita epitassiale: LPE, VPE, MBE, MOCVD, MOMBE
4. Deposizione di strati dielettrici e metallici
5. Tecniche fotolitografiche
6. Processi di drogaggio: diffusione, impiantazione ionica
7. Il processo di integrazione

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Sono previste alcune esercitazioni numeriche sugli argomenti di teoria sviluppati a lezione.

**BIBLIOGRAFIA**

G.Ghione, Dispositivi per la microelettronica, McGraw-Hill 1998

S.M.Sze, Dispositivi a semiconduttore: fisica e tecnologia, Hoepli 1991

P. Van Zant, Microchip Fabrication, McGraw-Hill 1997

W. Scot Ruska, Microelectronic Processing, McGraw-Hill 1987

**ESAME**

Consiste in una prova di carattere prevalentemente teorico sugli argomenti sviluppati nel corso; durante il corso è proposto un accertamento scritto che esonera dall'esame. L'accertamento finale può essere sostituito da una tesina da concordarsi con il docente.

Anno: 5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione: 6

esercitazione: 2

Docente:

**Giovanni GHIONE** (collab. **Marina MELIGA**)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso di Tecnologie e Materiali per l'Elettronica II è dedicato all'analisi dei dispositivi a eterostruttura e su semiconduttore composito, per applicazioni optoelettroniche o per l'elettronica delle microonde. Negli ultimi anni il corso si è avvalso delle competenze di tecnici dei laboratori CSELT direttamente coinvolti nell'uso di processi tecnologici avanzati, quali l'epitassia per la fabbricazione di dispositivi ottici (LASER allo stato solido), che sviluppano una serie di argomenti sia integrati nel contesto del corso, sia monografici.

### **REQUISITI**

Dispositivi elettronici I, Tecnologie e Materiali per l'Elettronica I

### **PROGRAMMA**

Materiali semiconduttori composti. Leghe di semiconduttori. Fisica delle eterostrutture.

Dispositivi a eterostruttura: optoelettronici, per le microonde

Processi di crescita epitassiale di semiconduttori composti

Caratterizzazione di materiali semiconduttori: tecniche di microanalisi

Dispositivi a eterostruttura per l'optoelettronica: circuiti ottici integrati.

Tecniche di packaging.

Affidabilità dei dispositivi ad eterostruttura.

Tecnologia dei circuiti integrati a microonde.

### **BIBLIOGRAFIA**

Gli argomenti del corso sono coperti da dispense fornite dal docente e da dispense CSELT.

*Testi ausiliari:*

J. Singh, *Physics of Semiconductors and Their Heterostructures*, McGraw-Hill 1993

P. Van Zant, *Microchip Fabrication*, McGraw-Hill 1997

W. Scot Ruska, *Microelectronic Processing*, McGraw-Hill 1987

D. Wood, *Optoelectronic Semiconductor Devices*, Prentice Hall, 1993

### **ESAME**

Consiste in una prova orale di carattere prevalentemente teorico sugli argomenti sviluppati nel corso.

Anno: 3

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione: 6      esercitazione: 4      laboratorio: 2 (LAIB)

Docente:

**Franco MUSSINO** (Dipartimento di Elettronica, tel 564.4050;

e-mail: mussino@polito.it; orario di ricevimento: ven 10.30-12.30)

**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso sviluppa la teoria dei circuiti elettronici analogici da utilizzare nei successivi corsi applicativi. Partendo dal modello dei dispositivi elettronici allo stato solido (diodi, transistori BJT e FET) viene sviluppata l'analisi e la progettazione di circuiti elettronici analogici elementari e complessi, fino all'esame della stabilità di sistemi elettronici controreazionati ed ai criteri di stabilizzazione. Viene sviluppato anche lo studio degli oscillatori e degli amplificatori di potenza. L'ultima parte del corso è dedicata ai metodi di sintesi di bipoli e di filtri passivi ed attivi.

**REQUISITI**

Elettrotecnica - Dispositivi elettronici

**PROGRAMMA**

- La giunzione p-n: richiami riguardanti la caratteristica del diodo; modelli del diodo; il diodo Zener; esame di semplici circuiti limitatori, sfioratori e raddrizzatori.
- Il transistoro bipolare BJT (nnp e npn): richiami sul principio di funzionamento; modello di Ebers-Moll; caratteristiche a base comune ed emettitore comune; valori limite per l'uso come amplificatore. Determinazione del punto di funzionamento del transistoro BJT sulle caratteristiche e sua scelta in base al tipo di accoppiamento al carico. Circuito equivalente in continua. Circuiti di autopolarizzazione e con specchio di corrente (Widlar, Wilson, ecc.). Comportamento del transistoro BJT in condizioni dinamiche; modello per piccoli segnali; parametri  $h$  e circuito equivalente a  $p$ , con deduzione del valore dei parametri dalle caratteristiche.
- Il transistoro JFET: richiami sul principio di funzionamento e caratteristiche. Calcolo del punto di funzionamento sulle caratteristiche. Circuito equivalente per il piccolo segnale e determinazione del valore dei parametri.
- Stabilità termica dei circuiti con transistori BJT: fuga termica; criteri per la stabilizzazione ed il calcolo del dissipatore termico. Analogia elettrotermica.
- Calcolo delle amplificazioni e delle impedenze d'entrata e d'uscita di singoli stadi con transistori BJT e JFET, nelle varie possibili configurazioni. L'amplificatore differenziale con transistori BJT e JFET. L'amplificatore operazionale: comportamento ideale e reale.
- Studio della risposta in frequenza di amplificatori monostadio e multistadio; espressioni analitiche e tracciamento dei diagrammi di Bode (modulo e fase). Risposta all'onda quadra e legami con la risposta in frequenza.
- Sistemi con reazione. Esame delle situazioni tipiche per il prelievo e l'iniezione dei segnali; esame dei principali vantaggi e dei criteri di stabilità: metodi di compensazione in caso di instabilità. Risposta in frequenza e nel tempo dei sistemi di II ordine. Gli oscillatori: criteri di Barkausen ed esame dei principali tipi di oscillatori sinusoidali.
- Amplificatori di potenza in classe A e B: calcolo del rendimento e delle potenze dissipate dai transistori. Dimensionamento dei dissipatori.
- Sintesi di reti passive ed attive. Condizioni di attuabilità dei bipoli passivi LC e RC: sintesi con i metodi canonici di Foster e Cauer. Filtri: criteri di approssimazione con Butterworth e Chebyshev; sintesi con le tabelle. La trasformazione di frequenza: da passa-basso a passa-alto, a passa-banda ed elimina-banda. Filtri RC attivi realizzati con metodi vari: simulazione di

immittenze con GIC, trasformazione di Bruton, inserzione di GIC, celle di secondo (e terzo) ordine in cascata.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

- Richiami di elettrotecnica e calcolo di impedenze e di funzioni di trasferimento di reti elettriche semplici; metodo dei nodi ed applicazioni. Calcolo del punto di funzionamento di circuito con diodo e comportamento dinamico.
  - Calcolo del punto di funzionamento a riposo di circuiti con uno o più transistori BJT e JFET. Calcolo dei coefficienti di stabilità per le variazioni termiche.
  - Calcolo dell'amplificazione e delle impedenze relative a circuiti con uno o più transistori BJT e FET. Amplificatore cascode.
  - Calcolo della risposta in frequenza di transistori BJT in configurazione CE e CC. Risposta di transistori JFET.
  - Risposta all'onda quadra di circuiti RC. Risposta di amplificatore con transistoro BJT con gruppo RC sull'emettitore. Frequenza di taglio superiore di amplificatori con uno o più transistori con metodi vari (nodi, DPI, Miller).
  - Calcolo della risposta in frequenza e dell'errore di amplificazione di circuiti con amplificatori operazionali (OA). Off-set e reiezione di modo comune di amplificatori operazionali.
  - Calcolo dell'amplificazione e dell'impedenza d'entrata e d'uscita di circuiti controeazionati con metodi vari (nodi, DPI, A e b). Esame della stabilità di amplificatore controeazionato e stabilizzazione con criterio del polo dominante. Risposta di sistema del II ordine.
  - Calcolo di progetto di amplificatore di potenza in classe B. Calcolo di dissipatori di potenza.
  - Sintesi di bipoli LC e RC con i metodi di Foster e di Cauer. Progetto di filtri passivi con approssimazione di Butterworth e Chebyshev mediante tabelle. Trasformazione di frequenza: da passa-basso a passa-banda e passa-alto. Progetto di filtri attivi con l'introduzione di GIC. Progetto di filtri attivi con celle biquadriche in cascata.
- Programma delle esercitazioni (assistite) in Laboratorio:**
- Introduzione all'uso dei simulatori di circuiti elettronici (SPICE e PSPICE)
  - Esercizi con circuiti vari per la verifica dei calcoli eseguiti a mano. Tracciamento della risposta in frequenza e del comportamento dinamico.

## **BIBLIOGRAFIA**

C. Beccari - Teoria dei circuiti elettronici - CLUT

*Testi ausiliari (per approfondimenti)*

- Millman e Grabel - Microelectronics - Second edition - McGraw-Hill (esiste la traduzione in italiano)
- R.C. Jaeger - Microelettronica - McGraw-Hill
- Sedra-Smith - Circuiti per la microelettronica - Edizioni Ingegneria 2000
- E. Perano - Circuiti elettronici - Teoria ed esercizi - CLU
- A. Lacaïta, M. Sampietro - Circuiti elettronici - Città Studi
- S. Franco - Amplificatori operazionali e Circuiti integrati analogici - Hoepli
- M. Biey - Spice e Pspice - Introduzione all'uso - CLUT.
- Savant, Roden, Carpenter - Electronic Design - Circuits and systems - Second edition - The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- V. Pozzolo, Caratteristiche di componenti elettronici, Celid, Torino.

## **ESAME**

Prova scritta (3 ore) ed orale.

Anno: 3	Periodo: 1		
Impegno (ore sett.)	lezione: 6	esercitazione: 4	laboratorio: 12 (in tutto il corso)
Docente:	<b>Pierluigi POGGIOLINI</b>		

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

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

### **REQUISITI**

Analisi Matematica III (T0234), Calcolo delle probabilità (T0494)

### **PROGRAMMA**

- Segnali determinati a tempo continuo e loro rappresentazione geometrica.
- Analisi tempo - frequenza:
  - a) segnali ad energia finita (spettro di ampiezza e di energia e funzione di autocorrelazione); b) segnali periodici (spettro a righe);
  - c) segnali a potenza media finita (spettro di potenza e funzione di autocorrelazione).
- Sistemi lineari a tempo continuo: risposta all'impulso, funzione di trasferimento, relazioni ingresso - uscita nel dominio del tempo e della frequenza, condizioni di fisica realizzabilità e stabilità.
- Modulazione e demodulazione di ampiezza, come proprietà della trasformata di Fourier.
- Il segnale analitico: definizioni e proprietà.
- Calcolo dello spettro di segnali troncati e descrizione del fenomeno di Gibbs. Valutazione numerica della trasformata di Fourier (DFT e FFT).
- Teoria dei segnali determinati a tempo discreto: trasformata  $z$ , trasformata di Fourier e trasformata discreta di Fourier.
- Sistemi lineari a tempo discreto: risposta all'impulso, funzione di trasferimento, convoluzione lineare e convoluzione circolare, cenni sui filtri numerici (FIR e IIR).
- Segnali analogici campionati: teorema del campionamento, filtro anti-aliasing, approssimazioni realizzabili del processo di campionamento e ricostruzione.
- Introduzione alla teoria della simulazione: teorema della simulazione, trasformata bilineare.
- Introduzione ai processi casuali: definizioni, statistica del primo e del secondo ordine (media, autocorrelazione e densità di probabilità).
- Processi stazionari e ciclostazionari e stazionarizzazione dei processi ciclostazionari.
- Processi gaussiani. Introduzione ai processi di Markov.
- Trasformazione di processi casuali: integrazione, derivazione, trasformazioni lineari e invarianti.
- Teoria dell'ergodicità.
- Analisi spettrale. Stima spettrale mediante tecniche numeriche (Periodogramma e metodo di Welch). Rumore bianco e rumore filtrato.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni consisteranno nella soluzione di semplici problemi tratti dal mondo delle telecomunicazioni, applicando le metodologie esposte nelle lezioni.

## **LABORATORIO**

- Analisi in frequenza con tecniche numeriche (DFT, FFT)
- Sistemi discreti e filtri numerici
- Simulazione di un sistema di trasmissione numerica

## **BIBLIOGRAFIA**

- L. Lo Presti, F. Neri, "L'Analisi dei Segnali", CLUT, 1992.  
L. Lo Presti, F. Neri, "Introduzione ai Processi Casuali", CLUT, 1994.  
*Testi ausiliari (per approfondimenti)*  
A.V. Oppenheim, R.W. Schaffer, "Discrete-Time Signal Processing", Prentice-Hall, 1989.  
A. Papoulis, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", Mc Graw Hill, 1984.  
W. Gardner, "Introduction to Random Processes with Applications to Signals and Systems", Mc Graw Hill, 1990.

## **ESAME**

L'esame pur essere sostenuto secondo due modalità distinte:

### **Esame tradizionale:**

Consiste in una prova scritta ed una prova orale che devono essere sostenute nello stesso appello.

Per accedere alla prova orale è necessario ottenere una valutazione della prova scritta superiore o uguale a 15/30

### **Esame con esoneri:**

Consiste nel superamento di due prove di esonero durante lo svolgimento del corso.

Se entrambe le valutazioni delle prove di esonero sono maggiori di 18/30 la valutazione finale proposta per l'esame consiste nella media aritmetica delle due valutazioni.

Nel caso in cui una delle due valutazioni sia insufficiente o in cui lo studente sia insoddisfatto del voto ottenuto, tale prova pur essere sostituita con un'ulteriore prova di recupero, da svolgersi nella I sessione ordinaria e vertente sull'intera materia del corso.

La prova di recupero sostituisce la prova insufficiente, mancante o insoddisfacente, ed il voto finale proposto viene calcolato come media aritmetica secondo le modalità precedenti.

### **Tipologia delle prove:**

Le prove scritte, sia d'esame che di esonero, consistono in una decina di brevi esercizi a risposte multiple.

Anno: 5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione: 6      esercitazione: 2

Docente:

**Michele ELIA** (Dipartimento di Elettronica)

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso presenta la teoria dei codici correttori d'errore ed i fondamenti della crittografia nel contesto della teoria dell'informazione di Shannon. Gli argomenti sono introdotti con un approccio orientato a fornire le basi assiomatiche ed i metodi algebrici indispensabili per la comprensione dei principi e delle tecniche che consentano una padronanza anche operativa delle nozioni teoriche. Lo svolgimento degli argomenti è prettamente teorico ed ha caratteristiche spiccatamente matematiche, tuttavia le applicazioni di tali concetti astratti sono di immediato interesse pratico.

### REQUISITI

Teoria dei segnali, Comunicazioni Elettriche

### PROGRAMMA

- Modello di Shannon dei sistemi di comunicazione numerici.
- Teoria dell'informazione. Entropia e mutua informazione. Entropia differenziale. Natura discreta dell'informazione. Teorema del data processing. Canale discreto privo di memoria e sua capacità. Primo e secondo teorema di Shannon.
- Teoria dei codici a blocco. Scenario applicativo.
- Codici lineari. Condizioni di esistenza: bound di Shannon, bound di Singleton, bound di Plotkin e bound di Gilbert-Varshamov.
- Codici ciclici. Codici BCH. Codici di Hamming e codici di Golay.
- Codici di Reed-Solomon.
- Codici di Goppa.
- Codici di Reed-Muller.
- Valutazione delle prestazioni sul canale BSC. Probabilità di errore.
- Decodifica algebrica dei codici ciclici.
- Algoritmi di decodifica. Complessità di codificatori e decodificatori.
- Principi di crittografia. Scenario applicativo.
- Crittografia in chiave privata e generatori di vermeer.
- 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

- 1) R.J. McEliece, "The Theory of Information and Coding," Addison-Wesley, 1977.
- 2) J.H. vanLint, "Introduction to Coding Theory," Springer-Verlag, 1982.
- 3) E.J. MacWilliams, N.J.A. Sloane, "The Theory of Error-Correcting Codes," North-Holland, 1977.
- 4) T. M. Cover, J. A. Thomas, "Elements of Information Theory," Wiley, 1991.

- 5) N. Koblitz, "A Course in Number Theory and Cryptography," Springer-Verlag, 1987.
- 6) H. van Tilborg, "An Introduction to Cryptology," Kluwer, 1988.

## ESAME

L'esame consiste in una prova scritta sugli argomenti base del programma.

Anno: 2

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 4

esercitazione: 4

Docente:

**Valter GIARETTO**

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Con il presente corso si intende fornire agli studenti le basi di termodinamica e trasmissione del calore ritenute indispensabili nell'ambito del processo formativo dell'ingegnere elettronico. La comprensione dei principi fondamentali della termodinamica e l'acquisizione dei meccanismi semplici di trasporto dell'energia termica consentono agli allievi di poter impostare in termini generali l'analisi del comportamento di un sistema reale e di migliorarne le prestazioni.

### **REQUISITI**

Fisica I e II

### **PROGRAMMA**

Definizioni: componente, sistema, superficie e volume di controllo, ambiente esterno, universo. Classificazione dei sistemi in relazione al tipo di interazione con l'ambiente esterno. Proprietà termodinamiche, stato termodinamico, processo e trasformazione. Livello termico e temperatura. Calore e lavoro. Primo principio della Termodinamica. Sistemi chiusi ed energia interna. Sistemi aperti ed entalpia. Calori specifici. Equazioni di stato: energia interna ed entalpia di un gas ideale. Trasformazioni fondamentali di un gas ideale. Secondo Principio della termodinamica: Entropia. Equazione del Secondo Principio per sistemi aperti. Entropia di un gas ideale. Diagramma termodinamico di Gibbs. Ciclo di Carnot. Cambiamento di stato e vapori. Diagramma di stato dell'acqua. Definizione del grado di umidità del vapore, dell'entalpia, dell'energia interna e dell'entropia di una miscela di acqua e vapore. Calore di vaporizzazione o condensazione: equazione di Clapeyron per il cambiamento di fase. Diagrammi di stato per i vapori. Meccanismi semplici di trasmissione del calore tra sistemi a diversa temperatura: conduzione convezione irraggiamento. Postulato di Fourier e flusso termico scambiato per conduzione in un mezzo isotropo ed anisotropo. Equazione generale della conduzione termica. Condizioni al contorno. Sistemi di riferimento per l'operatore di Laplace. Conduzione attraverso uno strato piano semplice e composto. Strato piano discontinuo. Conduzione attraverso uno strato cilindrico semplice e composto. Resistenza di contatto. Coefficiente globale di scambio termico. Raggio critico d'isolamento. Sfera cava. Stato piano e cilindrico con generazione interna di calore. Conduzione attraverso superfici estese a sezione trasversale non uniforme. Calcolo dell'andamento di temperatura e del flusso dissipato. Efficienza, numero di Biot. Conduzione termica non stazionaria. Numero di Fourier.

Cenni sulla convezione termica. Relazione empirica di Newton in corrispondenza alla parete. Principio di Newton dell'attrito viscoso (fluidi newtoniani). Numeri di Reynolds e di Prandtl. Relazioni per il calcolo del coefficiente convettivo di scambio termico per convezione forzata e libera, in regime laminare e turbolento: numeri di Nusselt e Grashof.

Metodi numerici per la soluzione di campi termici: differenze finite e metodo analogico.

Radiazione termica dei sistemi materiali. Bilancio radiativo. Definizione di corpo nero e delle grandezze radiative. Leggi della radiazione termica: Lambert, Plank, Wien, Stefan-Boltzmann. Corpi grigi: emissività ed assorbimento, legge di Kirchhoff. Scambi radiativi: fattori di forma.

Cenni sui fenomeni termoelettrici. Effetto Seebeck, effetto Peltier, effetto Thomson. Generatori e refrigeratori termoelettrici.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Durante le esercitazioni sono applicati i concetti sviluppati nella teoria, in particolare per quanto riguarda i bilanci di energia, il trasporto di calore per conduzione, convezione ed irraggiamento.

Determinazione di campi termici attraverso la soluzione numerica alle differenze finite dell'equazione di trasporto.

## **BIBLIOGRAFIA**

Appunti del corso e materiale didattico fornito durante le lezioni e le esercitazioni;

M. Cali, P. Gregorio, "TERMODINAMICA" parte I e II, Progetto Leonardo, Bologna, 1996.

C. Bonacina, A. Cavallini, L. Mattarolo, "TRASMISSIONE DEL CALORE", CLEUP, Padova, 1987.

P. Gregorio, "FISICA TECNICA - Esercizi svolti", Levrotto & Bella, Torino, 1995.

## **ESAME**

Esonero scritto alla fine del corso. Esame orale nel caso in cui non sia superato l'esonero o su richiesta dello studente.

## PROGETTAZIONE DEL CORSO

Il corso è composto di lezioni e esercitazioni di ingegneria meccanica e di affidabilità nella progettazione delle macchine e delle strutture, con particolare attenzione alla affidabilità e alla sicurezza delle componenti e per il progetto delle sezioni di esercizio.

### PRIMA PARTE

Meccanica dell'infinito - 12 ore

richiami alle diverse modalità di ordinamento delle strutture meccaniche (cavitazione, fatica (duri materiali), degli organi delle macchine, delle strutture e delle giunzioni), della meccanica della frattura (applicazioni per la progettazione di recipienti in pressione e macchine di sollevamento) e degli organi delle macchine e delle strutture)

conoscenza del calcolo per instabilità in campi elastico-elasto plastici

Affidabilità - 10 ore

richiami al concetto di affidabilità e la sua valutazione probabilistica

richiami alla distribuzione probabilistica, analisi e carte di probabilità di Weibull

applicazioni per la sicurezza, progettazione safe life, progettazione fail safe,

applicazioni di analisi affidabilità (FMEA, FTA, DOE, metodi Taguchi), la progettazione robusta

Metodi di CFD e di diagnostica - 4 ore

metodi diagnostici non distruttivi (liquidi penetranti, ultrasuoni, radiografie), metodi di controllo del comportamento dinamico delle macchine

### LAVORATORI E/O ESERCITAZIONI

In aula:

- applicazioni di analisi a fatica di giunzioni saldate e imballate

- applicazioni di analisi a fatica di cuscinetti sovranti

- verifiche secondo le normative dei recipienti in pressione

- verifiche secondo le normative degli apparecchi di sollevamento

- analisi di instabilità con la distribuzione di Weibull

- applicazioni di analisi FMEA

- applicazioni di analisi FTA

- applicazioni di progettazione robusta

In laboratorio:

- macchine a prova di fatica

- controlli non distruttivi con ultrasuoni

- controlli non distruttivi con metodi radiografici

### BIBLIOGRAFIA

- De Lorenzis G. "Strumenti statistici per la meccanica strutturale", Ed. Hoepli, 1998

Anno: 4,5

Periodo: 1

Impegno (ore totali)

lezione: 24

esercitazione: 24

Docente:

*da nominare***PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso ha lo scopo di fornire agli studenti di Ingegneria Meccanica una serie di nozioni riguardanti la sicurezza nella progettazione delle macchine e dei sistemi meccanici, nozioni e strumenti della progettazione affidabilistica e per la progettazione robusta, le metodologie per l'analisi non distruttiva dei manufatti e per la diagnostica.

Il corso prevede lezioni ed esercitazioni applicative sia in aula sia in laboratorio.

**PROGRAMMA****Modalità di cedimento - 10 ore**

richiami sulle diverse modalità di cedimento delle strutture meccaniche  
complementi sulla fatica (dei materiali, degli organi delle macchine, delle strutture e delle giunzioni) e sulla meccanica della frattura

normativa per la progettazione di recipienti in pressione e macchine di sollevamento

usura (dei materiali, degli organi delle macchine e delle strutture)

complementi sul collasso per instabilità in campo elastico e in campo plastico

**Affidabilità - 10 ore**

richiami sul concetto di affidabilità e la sua valutazione probabilistica

richiami sulle distribuzioni probabilistiche, analisi e carta di probabilità di Weibull

progettare per la sicurezza, progettazione safe life, progettazione fail safe

metodologie di analisi affidabilistica (FMEA, FTA, DOE, metodi Taguchi,...)

la progettazione robusta

**Metodi di CND e di diagnostica - 4 ore**

metodi di controllo non distruttivo (liquidi penetranti, ultrasuoni, radiografie)

monitoraggio del comportamento dinamico delle macchine

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI****In aula:**

- applicazioni di analisi a fatica di giunzioni saldate e imbullonate
- applicazioni di analisi a fatica di cuscinetti volventi
- verifica secondo la normativa dei recipienti in pressione
- verifica secondo la normativa degli apparecchi di sollevamento
- analisi affidabilistica con la distribuzione di Weibull
- applicazioni di analisi FMEA
- applicazioni di analisi FTA
- applicazioni di progettazione robusta

**In laboratorio:**

- macchine e prove di fatica
- controlli non distruttivi con ultrasuoni
- controlli non distruttivi con metodi radiografici

**BIBLIOGRAFIA**

- Belingardi G. - "Strumenti statistici per la meccanica sperimentale e l'affidabilità", ed Levrotto&Bella

Anno: 4,5

Periodo: 1

Impegno (ore totali)

lezione: 24

esercitazione: 24

Docente:

da nominare

**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso ha lo scopo di fornire agli studenti di Ingegneria Meccanica una serie di nozioni riguardanti la sicurezza nella progettazione delle macchine e dei sistemi meccanici, nozioni e strumenti della progettazione affidabilistica e per la progettazione robusta, le metodologie per l'analisi non distruttiva dei manufatti e per la diagnostica.

Il corso prevede lezioni ed esercitazioni applicative sia in aula sia in laboratorio.

**PROGRAMMA****Modalità di cedimento - 10 ore**

richiami sulle diverse modalità di cedimento delle strutture meccaniche  
complementi sulla fatica (dei materiali, degli organi delle macchine, delle strutture e delle giunzioni) e sulla meccanica della frattura

normativa per la progettazione di recipienti in pressione e macchine di sollevamento

usura (dei materiali, degli organi delle macchine e delle strutture)

complementi sul collasso per instabilità in campo elastico e in campo plastico

**Affidabilità - 10 ore**

richiami sul concetto di affidabilità e la sua valutazione probabilistica

richiami sulle distribuzioni probabilistiche, analisi e carta di probabilità di Weibull

progettare per la sicurezza, progettazione safe life, progettazione fail safe

metodologie di analisi affidabilistica (FMEA, FTA, DOE, metodi Taguchi,...)

la progettazione robusta

**Metodi di CND e di diagnostica - 4 ore**

metodi di controllo non distruttivo (liquidi penetranti, ultrasuoni, radiografie)

monitoraggio del comportamento dinamico delle macchine

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI****In aula:**

- applicazioni di analisi a fatica di giunzioni saldate e imbullonate

- applicazioni di analisi a fatica di cuscinetti volventi

- verifica secondo la normativa dei recipienti in pressione

- verifica secondo la normativa degli apparecchi di sollevamento

- analisi affidabilistica con la distribuzione di Weibull

- applicazioni di analisi FMEA

- applicazioni di analisi FTA

- applicazioni di progettazione robusta

**In laboratorio:**

- macchine e prove di fatica

- controlli non distruttivi con ultrasuoni

- controlli non distruttivi con metodi radiografici

**BIBLIOGRAFIA**

- Belingardi G. - "Strumenti statistici per la meccanica sperimentale e l'affidabilità", ed Levrotto&Bella

- Audenino A., Goglio L., Rossetto M. - "Metodi sperimentali per la progettazione", ed Levrotto&Bella
- Leitch R.D. - "Reliability analysis for engineers", Oxford Science
- Fowlkes W.Y., Creveling C.M. - "Engineering methods for robust product design", Addison Wesley
- dispense preparate dal docente

## **ESAME**

L'esame consta della sola prova orale e comprende la discussione delle relazioni delle attività di laboratorio. Il programma d'esame è quello svolto nell'anno accademico in corso. È necessario prenotarsi all'esame almeno due giorni lavorativi prima della data dell'appello.

## **U0232 ANALISI MATEMATICA II**

**VEDI S0232 ANALISI MATEMATICA II**

Anno: 4,5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezioni: 4

esercitazioni e laboratori: 8

Docente:

**Massimo SORLI** (collab.: **Stefano MAURO**)**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

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

**REQUISITI**

Meccanica Applicata alle Macchine

**PROGRAMMA****I MODULO: COMPONENTI DI ATTUAZIONE**

Impegno (ore) lezione: 14 esercitazione in aula: 16

Introduzione al sistema automatico. Tipologie di sistema automatico, tipi di attuazioni e confronti fra differenti tecnologie (elettrica, idraulica, pneumatica). Suddivisione degli elementi pneumatici. Attuatori a fluido. Cilindri a semplice e doppio effetto. Valvole di potenza: valvole a due, tre, quattro vie; comandi, funzionamento e simbologia delle valvole. Valvole ausiliarie dei circuiti pneumatici (OR, AND, sequenza, di non ritorno, temporizzazione, regolatori di flusso, scarico rapido, economizzatrice). Regolazione della velocità dei cilindri e andamento delle pressioni nelle camere. Struttura degli impianti pneumatici, trattamento dell'aria: filtri, riduttori di pressione, oliatori.

**II MODULO: COMPONENTI DI COMANDO**

Impegno (ore) lezione: 21 esercitazione in aula: 12

Introduzione al sistema automatico, suddivisione fra parte di comando e parte di attuazione. Tecniche digitali dei circuiti pneumatici. Principi di algebra logica. Funzioni combinatorie e sequenziali. Operatori logici e relativa simbologia. Tipi di memorie. Elementi pneumologici. Elementi micropneumatici. Getti e principi di fluidica. Elementi fluidici digitali e proporzionali: funzionamento e caratteristiche operative statiche e dinamiche, risposta in frequenza. Generalità sui trasduttori. Sensori e trasmettitori. Sensori pneumatici. Organizzazione di una macchina automatica: sistemi a tempi e ad eventi; diagrammi funzionali: movimenti-fasi, Grafcet, Gemma. Controllo con logica cablata: memorie ausiliarie, contatori binari, sequenziatori, relè.

Controllo con logica programmabile: PLC, linguaggi di programmazione

**III MODULO: MODELLAZIONE DI SISTEMI PNEUMATICI**

Impegno (ore) lezione: 14 esercitazione in aula: 8

Introduzione al sistema di automazione a fluido. Modellazione a parametri concentrati e distribuiti. Comportamento statico e dinamico, analogia elettrica-fluido: resistenza, capacità, induttanza. Modellazione non lineare di attuatori e di componenti assimilabili a restringimenti al flusso. Linearizzazione. Simulazione a calcolatore di circuiti e sistemi automatici pneumatici.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

### *Programma delle esercitazioni in aula.*

È previsto lo sviluppo di esercitazioni in supporto agli argomenti sviluppati a lezione. Gli studenti sono suddivisi in squadre, che si alternano nello svolgimento di esercitazioni pratiche sperimentali e numeriche, rivolte alla definizione di circuiti a fluido, al loro montaggio e alla valutazione del relativo funzionamento. All'esame finale viene presentata da ogni studente una relazione sulle attività svolte nelle esercitazioni, in cui sono riportati gli obiettivi, le metodologie, le principali caratteristiche dei componenti usati, i risultati sperimentali acquisiti, i modelli MATLAB, i risultati numerici.

### *Programma della attività assistita.*

Sono previste ore di assistenza in aula e in laboratorio sui temi svolti a lezione e sulle esercitazioni pratiche, sia sulla esecuzione dei circuiti, sia sulla modellazione presso il LAIB. Complessivamente si prevedono circa 50 ore di assistenza.

## **BIBLIOGRAFIA**

G.Belforte, "Pneumatica", Tecniche Nuove, Milano.

D.Bouteille, G.Belforte, "Automazione flessibile elettropneumatica e pneumatica" Tecniche Nuove, Milano.

G.Belforte, N.D'Alfio, "Applicazioni e prove dell'automazione a fluido", Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Documentazione fornita dal docente.

## **ESAME**

L'esame viene svolto in forma orale sui contenuti del programma delle lezioni e delle esercitazioni, con discussione delle relazioni presentate sul lavoro svolto in laboratorio.



Anno: 4

Periodo: 1

Impegno (ore totali)

lezioni: 56

esercitazioni: 56

laboratori: 6

Docente:

**Antonio GUGLIOTTA** (collab.: **Massimiliano AVALLE**)

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso ha lo scopo di fornire i criteri per il calcolo ed il progetto di organi di macchine fondamentali. Dopo aver descritto i principali modi di collasso di strutture e di loro componenti (statico, fatica, meccanica della frattura, *creep*), viene illustrato il progetto e la verifica di organi semplici, secondo le normative vigenti, quali assi ed alberi, organi di trasmissione del moto, ruote dentate, collegamenti smontabili e fissi.

### REQUISITI

Per frequentare il corso con profitto lo studente deve aver appreso ed assimilato i contenuti degli insegnamenti di Scienza delle costruzioni, Disegno meccanico, Meccanica applicata, Disegno di macchine/Tecnologia meccanica. Non è tuttavia richiesto il superamento formale del relativo esame.

### PROGRAMMA

Le lezioni verranno svolte con l'ausilio della lavagna luminosa. La trattazione seguirà l'esposizione riportata nei testi consigliati; si consiglia tuttavia un'assidua presenza in aula che è da ritenere indispensabile per la comprensione della materia. Durante le lezioni verrà data particolare enfasi agli aspetti fisici ed ingegneristici della materia trattata.

Richiami dello stato di tensione e deformazione. Cerchi di Mohr. Leggi costitutive dei materiali. [4 ore].

Prove sui materiali; unificazione italiana, curve s-e; definizione dei parametri ingegneristici e reali. Livello di pericolosità dello stato di tensione. Modelli di collasso. Ipotesi di rottura; definizione dello stato di tensione equivalente. Ipotesi di rottura: confronto e limiti di validità delle varie ipotesi. Coefficiente di sicurezza. Metodologia di progetto. [4 ore].

Fatica dei materiali metallici: generalità; definizione del ciclo di carico e dei suoi parametri caratteristici. Prove di fatica, provini unificati. Diagramma di Wohler (s,N,P). Principali fattori influenzanti la fatica; coefficienti riduttivi; materiali, scala, stato di sollecitazione, trattamenti termici, rugosità superficiale. Correlazione tra valori statici e limite di fatica. Effetto dei ricoprimenti superficiali, trattamenti metallurgici e termici, trattamenti meccanici: pallinatura, rullatura. Influenza della tensione media: diagrammi sperimentali; diagrammi master; ipotesi di Goodman, Gerber, ellittica e di Sodeberg. Diagramma di Goodman-Smith e Haig; coefficiente di sicurezza a fatica. Cenni sullo stato di tensione triassiale: ipotesi della tensione massima, deformazione massima e energia di distorsione. Danneggiamento cumulativo: ipotesi di Miner. Determinazione della resistenza a termine: metodo stair case. Effetto d'intaglio; descrizione e analisi dei casi più frequenti, classificazione dell'effetto d'intaglio, concentrazione delle tensioni; definizione dei fattori  $K_t$  e  $K_p$ , diagrammi di calcolo, fattore di concentrazione  $K_t$  in campo plastico; fattore di concentrazione per intagli multipli. Fattore di concentrazione  $K_f$  a fatica; fattore di sensibilità all'intaglio  $q$  ipotesi di Neuber; effetto dell'intaglio sulla curva di fatica, materiali duttili e fragili. [12 ore].

Meccanica della Frattura: premessa; introduzione alla Meccanica della Frattura Lineare Elastica (MFLE); cenni sulla teoria di Griffith; analisi dello stato di tensione all'apice della cricca: equazioni di Westergaard; esempi di calcolo di  $K_{Ic}$  (lastra piana); cricca ellittica, cricca superficiale ellittica. Stato di deformazione all'apice della cricca: zona plastica; tenacità alla frattura: validità

della MFLE; dipendenza da spessore e temperatura, prove sperimentali, norme ASTM e UNI. Caratterizzazione dei difetti. Applicazione della meccanica della frattura alla progettazione ed alla verifica in campo statico. Calcolo della propagazione del difetto: legge di Paris. Propagazione del difetto: carico ad ampiezza costante e ad ampiezza variabile; effetto della tensione media, modello di Wheeler del ritardo, carico random, diagramma delle eccedenze e spettro di carico. Effetto del ritardo. Piani di controllo. [8 ore].

Creep, descrizione del fenomeno fisico, applicazioni; metodi di previsione del creep: metodi sperimentali: Mechanical acceleration method, Thermal acceleration Methods, Abridged method; ipotesi di calcolo; teorie empiriche: teoria di Larson Miller e Manson Haferd; creep uniassiale (leggi deformazione-tempo e deformazione-tensione); creep cumulativo: ipotesi del time hardening, strain hardening e life fraction rule. [2 ore].

Problema del contatto localizzato tra corpi solidi: teoria di Hertz; ipotesi; note sullo sviluppo della teoria; risultati della teoria: area di contatto; pressione di contatto; tensioni ideali. Contatto tra corpi solidi: casi particolari sfera-sfera, cilindro-cilindro. Contatto sfera pista per cuscinetto a sfere; formula di Stribeck. Calcolo a durata dei cuscinetti; coefficiente di carico statico e dinamico; carico equivalente statico e dinamico. Calcolo degli accoppiamenti scanalati. [5 ore].

Ruote dentate: riepilogo della geometria; proporzionamento normale e unificato; Dentiera normalizzata, ruota normalizzata, segmento di ingranamento; rapporto di ingranamento. Calcolo dello strisciamento specifico; ingranamento dentiera-ruota. correzione delle ruote dentate; correzione simmetrica: calcolo delle caratteristiche geometriche del dente; correzione non simmetrica: calcolo dell'angolo di pressione e dell'interasse di funzionamento. Calcolo di resistenza delle dentature: verifica a flessione e alla massima pressione specifica; verifica al grippaggio secondo Almen. [6 ore].

Solidi assialsimmetrici spessi: applicazione al calcolo del collegamento forzato mozzo-albero e relazioni tra il calcolo ed il sistema ISO di accoppiamenti unificati; effetto della rugosità. [2 ore]. Collegamento smontabile mediante viti; tipi di filettatura; momento di serraggio; Calcoli di resistenza dei collegamenti bullonati; diagramma di forzamento, forze sulle viti, verifica a fatica.

Calcolo di resistenza dei collegamenti fissi: collegamenti saldati, applicazione delle normative, descrizione dei vari metodi di saldature ad arco elettrico, manuale, MIG, TIG, difetti nelle saldature. Calcolo delle giunzioni saldate secondo normativa UNI, determinazione dei carichi sulle saldature. [2 ore].

Calcolo e verifica delle molle. [2 ore].

Sono inoltre previsti due seminari su:

“Micromeccanica: progettazione e produzione”;

“Collegamenti saldati”.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Durante le esercitazioni verranno trattati in dettaglio gli aspetti più specifici della materia, ed in particolare la progettazione e/o verifica di singoli componenti delle macchine e di un gruppo meccanico. Le esercitazioni saranno svolte raggruppando gli studenti in squadre di due o tre componenti. Ciascuna squadra dovrà preparare una relazione contenente i testi delle esercitazioni con l'eventuale materiale di supporto e la risoluzione dettagliata dei problemi proposti ed una relazione specifica del progetto del gruppo meccanico. Le relazioni, redatte secondo quanto descritto nell'opuscolo “saper comunicare”, dovranno essere presentate all'atto dell'esame. È consigliato ad ogni allievo di procurarsi, al termine del corso, una copia personale delle relazioni.

Siccome l'assistenza in aula è un servizio offerto in vista della comprensione della teoria e del superamento dell'esame (scritto e orale), il docente si attende che gli allievi partecipino attivamente alle esercitazioni, trattenendosi per l'intera durata, dedicandosi alla soluzione dei problemi proposti e richiedendo al corpo docente presente in aula i chiarimenti che si renderanno

necessari. Ci si attende che ogni allievo possa dare prova di conoscere a fondo la soluzione dei problemi per avervi partecipato.

La firma di frequenza è subordinata alla partecipazione attiva alle esercitazioni.

Calcolo dello stato di tensione e deformazione in assi e alberi; tracciamento dei cerchi di Mohr; calcolo delle tensioni principali; progettazione in campo statico.

Determinazione del limite di fatica con il metodo *stair-case*. costruzione del diagramma di Smith-Goodman; progettazione a fatica di assi e alberi.

Esercizi di verifica con effetto d'intaglio.

Esercizi di verifica di un componente a frattura fragile.

Applicazione della teoria di Hertz al calcolo dei cuscinetti. Calcolo dei collegamenti scanalati.

Esercizi di calcolo di collegamenti forzati.

Progetto e verifica di ruote dentate, calcolo dello strisciamento specifico, calcolo di resistenza.

Esercizi di verifica di collegamenti saldati.

Progetto di massima di un gruppo meccanico.

I laboratori avranno per oggetto:

Prove statiche e di fatica; controlli non distruttivi; Laib CAD/CAM.

## **BIBLIOGRAFIA**

Appunti del corso.

J. A. Collins, *Failure of materials in mechanical design*, J. Wiley.

A. Gugliotta, *Introduzione alla meccanica della frattura lineare elastica*, Levrotto&Bella

D. Broek, *Elementary engineering fracture mechanics*, Martinus Nijhoff Publishers, IV ed.

J. E. Shigley, *Mechanical engineering design*, Mc Graw-Hill International Student ed. III ed.

R.C. Juvinall, K.M. Marshek, *Fondamenti della progettazione dei componenti delle macchine*, Edizioni ETS Pisa

## **ESAME**

L'esame consiste in una prova scritta seguita da una prova orale. Per accedere alla prova orale il candidato deve aver superato la prova scritta con almeno una votazione di 18/30. La prova orale deve essere sostenuta nello stesso appello in cui è stata superata la prova scritta.

Chi non supera la prova scritta o la prova orale non può sostenere nuovamente l'esame nell'appello immediatamente successivo della stessa sessione.

Lo studente che intende sostenere la prova scritta è invitato ad iscriversi alla medesima con almeno due giorni di anticipo. L'iscrizione può essere effettuata mediante terminale o utilizzando gli appositi fogli messi a disposizione degli studenti presso la segreteria studenti.

### **Prova d'esame scritta**

La prova consiste in tre esercizi sugli argomenti illustrati a lezione o durante le esercitazioni.

Tempo a disposizione: 2 ore.

L'esame scritto viene sostenuto senza l'ausilio di libri o appunti; l'esaminando trovato in possesso di tale materiale non avrà diritto alla correzione del compito, che egli comunque consegnerà venendo considerato partecipante all'esame a tutti gli effetti.

L'esaminando si può ritirare entro 15 minuti dall'inizio della prova, ed in tal caso non verrà considerato presente; dopo tale termine l'esaminando è definitivamente presente alla prova scritta, non potrà assentarsi dall'aula prima della consegna e non potrà comunque presentarsi alla prova successiva.

Per la partecipazione alla prova scritta è necessario presentare lo statino.

L'esito della prova scritta verrà comunicato mediante affissione in bacheca delle votazioni riportate. Al termine della prova scritta verrà comunicato il giorno in cui l'affissione avrà luogo.

Gli scritti corretti saranno visibili all'inizio della prova orale.

### **Prova d'esame orale**

Se il voto della prova scritta è inferiore a 25/30 (escluso) l'allievo potrà trasformarlo diretta-

mente in voto definitivo previa una verifica orale durante la quale egli darà prova di conoscere il contenuto delle esercitazioni e del progetto svolti durante l'anno. L'allievo che lo desidera può comunque sostenere la prova orale.

Per voti uguali o maggiori a 25/30 è d'obbligo, oltre alla verifica delle esercitazioni e del progetto, anche una prova orale sugli argomenti illustrati a lezione.

In ogni caso i risultati della prova scritta e dell'eventuale prova orale verranno mediati.

Per la partecipazione alla prova orale è necessario presentare lo statino e le relazioni relative alle esercitazioni ed al progetto.

Di norma la prova orale verrà sostenuta nella stessa settimana della prova scritta.

#### **Prove di esonero**

Sono previste, per gli studenti iscritti al corso, due prove scritte di esonero; la prima relativa agli argomenti svolti nella prima parte del corso (metodologie di progetto: stato di tensione, fatica, meccanica della frattura, creep), la seconda riguardante gli aspetti di progettazione e verifica strutturale degli elementi delle macchine.

Per accedere alla seconda prova di esonero il candidato deve aver superato la prima prova scritta con almeno una votazione di 18/30.

Alla fine del corso è prevista, per chi ha superato con almeno una votazione di 18/30 entrambe le prove di esonero, un colloquio sulla relazione di progetto, che potrà essere sostenuto sino al termine della sessione C dell'anno accademico in corso.

Anno: 3

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezioni: 4

esercitazioni e laboratori: 7

Docente:

**Maurizio ORLANDO** (collab.: **Paolo CHIABERT**)**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso integrato di Disegno di Macchine/Tecnologia meccanica sviluppa e completa le nozioni impartite nell' insegnamento di Disegno Tecnico Industriale, inquadrando i principi basilari del dimensionamento e del tolerancing di organi di macchine e di assemblati nella chiave delle tecnologie di lavorazione più diffuse. Inoltre vengono fornite le basi necessarie per affrontare le principali problematiche progettuali e produttive nel contesto dei moderni sistemi di produzione, argomento dei corsi del quarto e quinto anno.

**REQUISITI**

Disegno tecnico, quotatura funzionale, tolleranze lineari e geometriche, calcolo di distanze massime e minime. Moti piani: polari, profili coniugati, rotlette, centri delle accelerazioni, curvature. Scienza delle costruzioni.

**PROGRAMMA****I MODULO**

Impegno (ore)

lezione: 15

esercitazione in aula: 20

Gli ingranaggi cilindrici a denti diritti. Evolvente di cerchio, generazione, proprietà, equazione. Spessore del dente. Taglio con dentiera utensile. Interferenza. Minimo numero di denti. L'unificazione degli ingranaggi. Ingranamento. Segmento dei contatti, rapporto di condotta, strisciamento specifico. Motivazioni e modalità del taglio corretto con dentiera utensile. Calcolo dei parametri di funzionamento. Tracciamento grafico - analitico del profilo del dente e del fondo gola (evolvente e trocoide raccordata). Proporzionamento degli ingranaggi: mozzo-corpo-larghezza. Verifica delle ruote dentate col metodo dei cilindri, dei calibri piani e con le tolleranze geometriche (GD&T).

**II MODULO**

Impegno (ore)

lezione: 11

esercitazione in aula: 20

Scelta degli organi delle macchine (proporzionamento di massima per assi e alberi, chiavette, linguette, scanalati. Scelta da catalogo di chiavette, linguette, scanalati. Cuscinetti volventi, stima della durata, influenza del lubrificante. Scelta e montaggio dei cuscinetti). [lezione 11 ore; esercitazione in aula 20 ore]

**III MODULO**

Impegno (ore)

lezione: 20

esercitazione in aula: non previste

Saldatura. Lavorazioni meccaniche per asportazione di truciolo. Descrizione delle macchine utensili classiche: tornio, fresatrice, piallatrice e limatrice, trapano, rettificatrice, brocciatrice. Dentatrici. Moti e velocità di taglio. Ciclo di lavorazione. Cenni sulle macchine CNC. CAM, APT, G-Code

**IV MODULO**

Impegno (ore)

lezione: 10

esercitazione in aula e laboratorio CAD: 16

Geometric Dimensioning and Tolerancing (GD&T): tolleranze di forma, regola #1, datum, tolle-

ranze di posizione, di orientazione, di run-out, di profilo. Calcolo di distanze funzionali in assemblati.

Laboratorio CAD CATIA presso Laboratorio CCL.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Studio di ingranaggi cilindrici a denti diritti, normali e corretti con correzione simmetrica.

Dimensionamento di un riduttore ad ingranaggi (ingranaggi, assi, alberi, collegamenti, cuscinetti). Disegno e quotatura GD&T dell'assemblato e dei particolari, sia a schizzo che con mezzi CAD.

Il numero di ore di esercitazione in aula, per ciascuno dei quattro moduli didattici, è stato conteggiato nel contesto del programma delle lezioni.

Gli studenti sono seguiti dal docente e dal ricercatore sia nella realizzazione dei disegni a mano libera che, presso il laboratorio CAD, nella realizzazione dei modelli dei particolari e dell'assemblatura, nonché sulla creazione dei percorsi utensile del CAM. Una stima media globale del numero di ore dell'attività assistita è desumibile dalle ore settimanali dichiarate per questo tipo di attività.

## **BIBLIOGRAFIA**

A. Donnarumma: "Disegno di Macchine", editrice Masson, Mi.

E. Chirone e S. Tornincasa: "Disegno Tecnico Industriale", voll. 1 e 2. Edizioni "Il Capitello", Torino, 1996.

A. Gugliotta: "Ingranaggi cilindrici a denti diritti", dispense di supporto fornite dal docente.

S. Kalpakjian - Manufacturing Processes for Engineering Materials - Ed. Addison Wesley

Giusti, Santochi: Tecnologia Meccanica e Studi di Fabbricazione, editrice Ambrosiana.

Manuale UNI M1, M2, norme per il disegno tecnico.

## **ESAME**

Una prova scritta e una prova orale. Possibilità di accertamento scritto liberatorio.

Anno: 2	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezioni: 4	esercitazioni e laboratori: 7
Docente:	<b>Maurizio ORLANDO</b>	

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso di Disegno Tecnico Industriale rappresenta per gli allievi ingegneri meccanici il primo approccio ai problemi del progetto di prodotto e di processo. Il contenuto del corso è stato disegnato in modo tale da fornire i prerequisiti necessari per lo studio delle materie preprogettuali, progettuali e tecnologiche del triennio.

Il corso addestra gli allievi sia ad impadronirsi della sintassi per la stesura di una documentazione a norma corretta, consistente e non ambigua, sia a gestire il *progetto* della documentazione stessa in modo che essa sia funzionale alle specifiche geometriche del prodotto (GPS), ai requisiti necessari per il corretto montaggio (DFA), alla produzione tecnologica (DFM) e al controllo di qualità (DFQ).

Nella prima parte delle esercitazioni i disegni vengono realizzati a mano libera. In seguito gli allievi vengono addestrati nell'uso estensivo di un CAD bidimensionale.

## REQUISITI

Fondamenti di Informatica, Analisi Matematica I, Geometria.

## PROGRAMMA

### I MODULO

Impegno (ore)                    lezione: 12                    esercitazione: 11

Il disegno descrittivo e la normativa. Il documento, i metodi classici di rappresentazione: assonometrie, proiezioni ortogonali, sezioni. Quotatura. La normativa ISO e l'Unificazione Italiana. Le nuove problematiche del disegno tecnico nel contesto della moderna industria meccanica e i sistemi integrati.

### II MODULO

Impegno (ore)                    lezione: 16                    esercitazione in aula: 11

I principali organi delle macchine e la relativa rappresentazione a norma. Collegamenti filettati e dispositivi antisvitamento; collegamenti albero-mozzo (chiavette, linguette, scanalati); molle; cuscinetti a rotolamento e strisciamento; ingranaggi; tenute e guarnizioni. Materiali per la costruzione degli organi delle macchine. Gli acciai, classificazione e indicazione a norma degli acciai.

### III MODULO

Impegno (ore)                    lezione: 24                    esercitazione in aula: 23

Specifiche geometriche e funzionali. Gli errori di lavorazione. Tolleranze dimensionali lineari. Sistema ISO per le tolleranze lineari. Tolleranze generali e normativa. Microproprietà delle superfici lavorate, cenni sulla rugosità. Macroproprietà delle superfici lavorate. Trattazione di base delle tolleranze geometriche (GD&T). Calibri funzionali hardware e software. Dimensionamento e disegno dei calibri. Calcolo di distanze funzionali. Quotatura funzionale, tecnologica e metrologica. Le tecniche CAD. Modellazione wireframe, per superfici e per solidi. Cenni sulla struttura delle base dati per il CAD.[lezione 24 ore; esercitazione in aula 23 ore]

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni consistono nella realizzazione a mano libera di schizzi di particolari meccanici, con le relative quote e tolleranze lineari e geometriche. Le ultime due tavole consistono nella rappresentazione di due complessivi e dei relativi particolari. Gli allievi vengono inoltre addestrati all'uso di un CAD bidimensionale per la messa in tavola dei disegni già realizzati a mano libera.

Il numero di ore di esercitazione in aula, per ciascuno dei tre moduli didattici, è stato conteggiato nel contesto del programma delle lezioni.

Gli studenti sono seguiti dal docente o dal ricercatore sia nella realizzazione dei disegni a mano libera che, presso il laboratorio di informatica, nella realizzazione dei modelli CAD. Una stima media globale del numero di ore dell'attività assistita è desumibile dalle ore settimanali dichiarate per questo tipo di attività.

## **BIBLIOGRAFIA**

A. Donnarumma: "Disegno di Macchine", edizioni Masson, MI.

E. Chirone e S. Tornincasa: "Disegno Tecnico Industriale", voll. 1 e 2. Edizioni "Il Capitello", Torino, 1996.

Manuale UNI M1, norme per il disegno tecnico.

## **ESAME**

Una prova scritta costituita da una prova grafica e da domande di teoria, più una prova orale. Possibilità di sostenere un accertamento scritto liberatorio.

Anno: 5  
Docente:

Periodo: 2  
Emilio PAOLUCCI

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Finalità del corso è fornire agli allievi una conoscenza approfondita ed applicata dei fenomeni economici ed organizzativi che interessano l'impresa, finalizzata al completamento della loro preparazione professionale.

### PROGRAMMA

- Introduzione al sistema economico e alla contabilità nazionale
- Teoria della domanda e della produzione. Curve di costo. Forme di mercato: concorrenza perfetta, oligopolio, monopolio.
- L'analisi e la progettazione delle strutture organizzative d'impresa. Innovazione tecnologica e cambiamento delle forme organizzative d'impresa.
- Finalità e principi di redazione del bilancio. Lo Stato Patrimoniale: analisi della composizione di attività e passività, il costo del capitale. Il Conto Economico: struttura e analisi. L'analisi di bilancio per indici e per flussi.
- La contabilità analitica: concetti introduttivi e finalità. Dimensioni di classificazione e di analisi dei costi. La definizione e l'utilizzo dei centri di costo. Sistemi di *costing* e tecnologie di produzione. Analisi e controllo dei costi di progetto. Utilizzo dei costi nelle decisioni aziendali.
- Elementi di analisi degli investimenti: finalità e campo di applicazione. La determinazione dei flussi di cassa. I Criteri di analisi degli investimenti (VAN, TIR, Pay-back).
- Elementi di controllo di gestione. La preparazione del budget. L'analisi degli scostamenti.

### BIBLIOGRAFIA

S. Rossetto, Manuale di Economia e Organizzazione Aziendale, UTET Università, 1999.

E. Luciano, P. Ravazzi, I costi nell'impresa: teoria economica e gestione aziendale, UTET Libreria, 1996.

Materiali a cura del docente.

Anno: 2

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 6

esercitazione: 2

Docente:

**Michele PASTORELLI****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso comprende la trattazione di fenomeni elettrici e magnetici a bassa frequenza con particolare attenzione alla conversione elettromeccanica dell'energia ed al principio di funzionamento delle principali macchine elettriche. Scopo del corso è fornire le basi metodologiche per un utilizzo razionale, corretto e sicuro delle apparecchiature elettriche.

**REQUISITI**

Analisi matematica I, Analisi matematica II, Fisica I, Fisica II

**PROGRAMMA****I MODULO: CIRCUITI ELETTRICI**

Modello circuitale dei fenomeni elettromagnetici, ipotesi fondamentale del modello circuitale, definizione di componente e classificazione dei componenti ideali, cenni ai componenti reali, leggi dei circuiti.

Teoremi di rete: teorema di sovrapposizione, teoremi dei circuiti equivalenti di Thevenin e di Norton, teorema di Millmann, trasformazioni energetiche nei circuiti e teorema di Tellegen.

Evoluzione dei circuiti nel tempo delle reti lineari tempo invarianti, richiami alla soluzione delle equazioni differenziali a coefficienti costanti, nozione di transitorio e regime, transitori nei circuiti del primo ordine, carica del condensatore e dell'induttore.

Regime sinusoidale, metodo simbolico, impedenza ed ammettenza, diagrammi vettoriali, fenomeno della risonanza ed antirisonanza, potenza nei circuiti in regime sinusoidale, potenza attiva e reattiva, rifasamento.

Sistema trifase, definizioni, generatori e carichi trifase, collegamenti a stella e triangolo, metodi di soluzione di circuiti trifase equilibrati e non equilibrati, misura della potenza.

**II MODULO: CAMPI MAGNETICI**

Campo magnetico statico e lentamente variabile, circuiti magnetici, riluttanza ed induttanza, mutua induttanza, energia nei circuiti magnetici lineari e nonlineari, induzione elettromagnetica, perdite nel ferro.

Bilancio energetico delle trasformazioni elettromeccaniche, principio dei lavori virtuali e calcolo di forze nei circuiti magnetici.

**III MODULO: MACCHINE ELETTRICHE**

Macchina elettrica a corrente continua, commutazione, cenni costruttivi, equazioni della macchina, eccitazione indipendente e serie, caratteristiche meccaniche, regolazione e problemi di avviamento.

Trasformatore monofase, trasformatore ideale e circuito equivalente del trasformatore reale, prova a vuoto ed in corto circuito, determinazione dei parametri di macchina, parallelo di trasformatori, trasformatori trifase.

Motore ad induzione, principio del campo magnetico rotante, circuito equivalente, prove a

vuoto ed in corto circuito, caratteristica meccanica, regolazione di velocità, motore asincrono monofase.

Cenni alla macchina sincrona.

Quarta parte: elementi di impianti elettrici e sicurezza elettrica

Dimensionamento e protezione dei conduttori, impianti a bassa tensione, impianti di terra, cenni alle normative antinfortunistiche, interruttore differenziale.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Sono previste esercitazione numeriche relative agli argomenti esaminati nelle lezioni.

## **BIBLIOGRAFIA**

L. Olivieri, E. Ravelli "Principi ed applicazioni di Elettrotecnica" CEDAM, Padova.

## **ESAME**

L'esame è composto da una prova scritta e da un colloquio. Il superamento della prova scritta è vincolante per l'ammissione all'orale. La presa visione del testo di esame comporta la registrazione del verbale di esame.

Autoinduzione. Legge di Felici. Mutua induzione.  
Onde elettromagnetiche. Equazione delle onde. Onde elettromagnetiche piane.  
Indice di rifrazione. Proprietà dei campi E e B dell'onda piana.  
Trasversalità. Polarizzazione dell'onda. Onde elettromagnetiche nei dielettrici: polarizzabilità complessa. Ottica geometrica.  
Ottica ondulatoria. Legge di Snell. Formule di Fresnel.  
Polarizzazione della luce per riflessione. Angolo di Brewster.  
Incidenza normale e sfasamento dell'onda riflessa. Riflessione totale.  
Polarizzazione della luce lineare ed ellittica. mezzi anisotropi.  
Assi principali di polarizzazione. Cristalli uniassici. Birifrangenza. Dicroismo.  
Interferenza. Sorgenti coerenti ed incoerenti. Intensità e termine interferenziale. Cammino ottico. Specchi di Lloyd.  
Esperimento di Young con due fenditure rettilinee. Lamine sottili a facce piano-parallele.  
Lamine sottili a cuneo. Interferometro di Michelson. Diffrazione da fenditura.  
Reticolo di diffrazione.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Sono previste visite a laboratori di ricerca.  
Verranno svolte delle esperienze dimostrative in aula.  
Le esercitazioni sono parte integrante del corso.

### **BIBLIOGRAFIA**

Mencuccini-Silvestrini Fisica II  
Halliday-Resnik-Krane Fisica II

### **ESAME**

Le modalità d'esame saranno concordate con il docente.

## **U2060      FISICA TECNICA**

Anno: 3

Periodo: 2

### **VEDI S2060 FISICA TECNICA**

Autoinduzione. Legge di Felici. Mutua induzione.  
Onde elettromagnetiche. Equazione delle onde. Onde elettromagnetiche piane.  
Indice di rifrazione. Proprietà dei campi E e B dell'onda piana.  
Trasversalità. Polarizzazione dell'onda. Onde elettromagnetiche nei dielettrici: polarizzabilità complessa. Ottica geometrica.  
Ottica ondulatoria. Legge di Snell. Formule di Fresnel.  
Polarizzazione della luce per riflessione. Angolo di Brewster.  
Incidenza normale e sfasamento dell'onda riflessa. Riflessione totale.  
Polarizzazione della luce lineare ed ellittica. mezzi anisotropi.  
Assi principali di polarizzazione. Cristalli uniassici. Birifrangenza. Dicroismo.  
Interferenza. Sorgenti coerenti ed incoerenti. Intensità e termine interferenziale. Cammino ottico. Specchi di Lloyd.  
Esperimento di Young con due fenditure rettilinee. Lamine sottili a facce piano-parallele.  
Lamine sottili a cuneo. Interferometro di Michelson. Diffrazione da fenditura.  
Reticolo di diffrazione.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Sono previste visite a laboratori di ricerca.  
Verranno svolte delle esperienze dimostrative in aula.  
Le esercitazioni sono parte integrante del corso.

### **BIBLIOGRAFIA**

Mencuccini-Silvestrini Fisica II  
Halliday-Resnik-Krane Fisica II

### **ESAME**

Le modalità d'esame saranno concordate con il docente.

## **U2060      FISICA TECNICA**

Anno: 3

Periodo: 2

### **VEDI S2060 FISICA TECNICA**

Anno: 4,5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezioni: 2

esercitazioni e laboratori: 2

Docente:

da nominare

**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso impartisce le conoscenze di base sulle organizzazioni aziendali e sui protocolli di comunicazione interni ed esterni all'azienda, con particolare riferimento alle aziende a carattere produttivo. Viene inoltre fornita una panoramica sulle metodologie e sugli strumenti di gestione delle risorse produttive.

**PROGRAMMA****I MODULO: IL "SISTEMA AZIENDA", LE SUE RISORSE E LE SUE COMPONENTI: PRODOTTO-PROCESSO-CLIENTE**

Impegno (ore) lezione: 16 esercitazione e attività assistita: 16

Analisi delle funzioni aziendali e dell'organizzazione interna.

Descrizione del sistema informativo e riconoscimento delle relative funzioni.

Richiami sulla gestione delle risorse economico-finanziarie.

Cenni sulla gestione del personale.

**II MODULO: LA LOGISTICA DELLE ATTIVITÀ DI PRODUZIONE E DI APPROVVIGIONAMENTO**

Impegno (ore) lezione: 16 esercitazione e attività assistita: 16

Politica di approvvigionamento e criteri di valutazione dei fornitori

Politica delle scorte: previsione della domanda e gestione del magazzino

Logiche produttive: continua e discreta, a lotti e su commessa

Strutture organizzative.

**III MODULO: LA GESTIONE DELL'INNOVAZIONE E LE FASI DELLO SVILUPPO DEL PRODOTTO**

Impegno (ore) lezione: 8 esercitazione e attività assistita: 8

Richiami sulle specifiche di prodotto e relativa gestione.

Attività in co-design e sistemi a rete.

Cenni sulle problematiche di vendita.

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Analisi e discussione di alcuni casi aziendali.

Anno: 4,5  
 Impegno (ore sett.)  
 Docente:

Periodo: 2  
 lezioni: 4      esercitazioni: 4  
 Firenze **FRANCESCHINI**

## **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di presentare un quadro dei principali metodi di gestione, delle norme, e delle tecniche utilizzate nell'ambito dei contesti industriali per il raggiungimento degli obiettivi della Qualità.

## **PROGRAMMA**

### **1. Introduzione ai concetti della Qualità [4h lezione]**

Cenni storici sulla Qualità. Evoluzione del concetto di Qualità nel tempo. Nomenclatura e termini della Qualità (ISO 8402). Definizione di uno scenario di riferimento. Qualità nella progettazione e Qualità nella produzione. Qualità e metrologia. Qualità e strumenti di supporto decisionale.

### **2. Qualità nella progettazione [10h lezione, 12h esercitazione]**

Concurrent Engineering. QFD. Benchmarking e definizione del profilo di un prodotto (Qbench). Il problema della misura della Qualità. Qualità offerta, Qualità percepita, Qualità attesa. FMEA di progetto e di processo. Concetti di Affidabilità. Costi della Qualità e della non-Qualità. Prevenzione, Ispezione, Scarti, Interventi sul campo. La catena fornitore-cliente

### **3. Qualità dei servizi [6h lezione, 2h esercitazione]**

Qualità nei servizi. Il concetto di servizio. Definizioni e peculiarità dei servizi. Differenze e analogie tra Qualità dei servizi e qualità dei prodotti. La valutazione della qualità nei servizi.

### **4. Richiami di statistica [10h lezione, 4h esercitazione]**

Il concetto di variabilità. Concetti preliminari: statistica descrittiva e statistica induttiva. Modalità di rappresentazione dei dati sperimentali (istogrammi, poligoni delle frequenze,...). Definizione di variabile casuale. Misure di tendenza centrale e misure di dispersione. Le distribuzioni continue e discrete. Elementi di teoria del campionamento. Teorema del limite centrale. Elementi di teoria della stima. Proprietà degli stimatori dei parametri di una popolazione. Controllo delle ipotesi statistiche. Regressione Lineare. Elementi di Analisi della Varianza

### **5. Controllo statistico di processo e Qualità nella produzione [20h lezione, 12h esercitazione]**

Qualità e controllo statistico. Specifiche nominali e tolleranze di prodotto. Variabilità e tolleranza naturale del processo (Process capability). Somma di tolleranze. Carte di controllo per variabili e per attributi. Procedure per la gestione delle carte di controllo. Carte per l'analisi e l'impostazione delle condizioni di controllo. Carte per la verifica delle condizioni di controllo. Carte CUSUM. Elementi di teoria dell'ispezione. Controllo di accettazione campionario. Curve operative e parametri caratteristici. Controllo per attributi e per variabili. Piani di campionamento. I parametri caratteristici di un piano di campionamento. Tipologie dei piani di campionamento (UNI, MIL-STD). Computer Aided Quality.

### **6. Norme e regole per la conduzione del sistema qualità [8h lezione, 4h]**

Progettazione e realizzazione di un sistema Qualità. Norme ISO 9000. Manuale della Qualità. Il ruolo dei certificatori e degli organismi di certificazione. Qualificazione dei fornitori. Trend e prospettive future di sviluppo per la Qualità.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Applicazione delle tecniche di Affidabilità  
 QFD e Benchmarking

## BIBLIOGRAFIA

Appunti del corso e documenti distribuiti dal docente.

D.C.MONTGOMERY, *Introduction to Statistical Quality Control*. 3rd Ed., John Wiley & Sons, New York, 1996.

J.M.JURAN, *Quality Control Handbook*. 4th Ed., McGraw Hill, New York, 1988.

W.MESSINA, *Il Controllo Statistico di Qualità per il responsabile di produzione*. Franco Angeli, Milano, 1997.

F.FRANCESCHINI, *Quality Function Deployment: uno strumento progettuale per coniugare qualità e innovazione*. Il Sole 24 ore Libri, Milano, 1998.

## ESAME

È prevista sia una prova scritta che una prova orale.

Anno: 5	Periodo: 2
Impegno (ore sett.)	lezione: 4      esercitazione: 4
Docente:	<b>Maurizio SCHENONE</b>

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Fornire allo studente una visione generale dell'impiantistica con riferimento alla gestione dei trasporti e dei servizi di stabilimento. Gli argomenti di statistica permettono di valutare un approccio non deterministico alla risoluzione dei problemi

## REQUISITI

Si ritiene necessario che gli allievi abbiano superato gli esami di profitto dei corsi di Scienza delle costruzioni, Fisica tecnica, Meccanica applicata alle macchine e Meccanica dei fluidi.

## PROGRAMMA

- Ubicazione dei fabbricati: metodologie di scelta e potenzialità dell'impianto – Studio del layout: metodi utilizzabili, le curve di isocosto – Fabbricati Industriali
- Trasporti interni: classificazione, unità di carico, pallets, Pallet-o-graf – Carroponte: determinazione delle sollecitazioni – Carrelli: manuali e motorizzati, collaudi – Trasportatori a rulli: caratteristiche, progettazione – Trasportatori a nastro: progettazione, indice di vita utile – Elevatori – Trasportatori a catena: monorotaia, birotaia – AGV Automatic Guided Vehicles – Impianti di trasporto pneumatici
- Magazzini: classificazione, caratteristiche – Curva ABC – Gestione delle scorte di classe A e di classe C
- Impianti di servizio: acqua, aria, gas, vapore – Progettazione degli impianti di servizio
- Statistica industriale: fondamenti di statistica – Metodi di adattamento dei dati a distribuzioni di probabilità – Tecniche ANOVA

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Durante l'anno verranno svolte esercitazioni sui temi sviluppati a lezioni.

## BIBLIOGRAFIA

- Armando Monte, Elementi di impianti industriali, Cortina, Torino.
- Libri di Statistica
- Dispense su argomenti specifici

## ESAME

Durante l'anno verranno svolte esercitazioni scritte e eventualmente una prova di verifica intermedia relativamente agli argomenti di statistica. L'esame consiste in una prova orale destinata all'accertamento della preparazione del candidato mediante domande riguardanti gli argomenti trattati a lezione.

Descrizione dell'impianto dal punto di vista della conservazione della massa, della quantità di moto, dell'energia.

**Terzo modulo didattico: Impianti di cogenerazione. (5 h)**

Descrizione dell'impianto dal punto di vista della conservazione della massa, della quantità di moto, dell'energia.

**Quarto modulo didattico: Impianti frigoriferi. (5 h)**

Descrizione dell'impianto dal punto di vista della conservazione della massa, della quantità di moto, dell'energia.

**PROGRAMMA DELLE VISITE TECNICHE (12 H)**

**Secondo modulo didattico: impianti a combustione. (4 h)**

Visita a impianto di incenerimento di rifiuti solidi urbani.

**Terzo modulo didattico: impianti di cogenerazione. (4 h)**

Visita a impianto di cogenerazione a ciclo combinato.

**Quarto modulo didattico: Impianti frigoriferi. (4 h)**

Visita a magazzino frigorifero, con impianto ad ammoniaca e compressione a uno e due stadi.

**PROGRAMMA DELL'ATTIVITÀ ASSISTITA (22 H)**

**Primo modulo didattico: Fondamenti dell'impiantistica termotecnica. (4 h)**

Esercizi su scambiatore di calore e reti di distribuzione dei fluidi.

**Secondo modulo didattico: Impianti a combustione. (6 h)**

Calcolo delle portate e delle energie, verifica di superfici di scambio.

**Terzo modulo didattico: Impianti di cogenerazione. (6 h)**

Calcolo dei rendimenti, dell'indice di risparmio, della portata di vapore per teleriscaldamento e verifica del consumo di gas naturale.

**Quarto modulo didattico: Impianti frigoriferi. (6 h)**

Calcolo del fabbisogno frigorifero e verifica della potenza dei compressori.

## **BIBLIOGRAFIA**

P. Anglesio, *Elementi di impianti termotecnici*, ed. Pitagora, Bologna 1998.

## **ESAME**

Esame finale orale con discussione degli elaborati scritti relativi alle relazioni sugli impianti visitati.

Descrizione dell'impianto dal punto di vista della conservazione della massa, della quantità di moto, dell'energia.

**Terzo modulo didattico: Impianti di cogenerazione. (5 h)**

Descrizione dell'impianto dal punto di vista della conservazione della massa, della quantità di moto, dell'energia.

**Quarto modulo didattico: Impianti frigoriferi. (5 h)**

Descrizione dell'impianto dal punto di vista della conservazione della massa, della quantità di moto, dell'energia.

**PROGRAMMA DELLE VISITE TECNICHE (12 H)**

**Secondo modulo didattico: impianti a combustione. (4 h)**

Visita a impianto di incenerimento di rifiuti solidi urbani.

**Terzo modulo didattico: impianti di cogenerazione. (4 h)**

Visita a impianto di cogenerazione a ciclo combinato.

**Quarto modulo didattico: Impianti frigoriferi. (4 h)**

Visita a magazzino frigorifero, con impianto ad ammoniaca e compressione a uno e due stadi.

**PROGRAMMA DELL'ATTIVITÀ ASSISTITA (22 H)**

**Primo modulo didattico: Fondamenti dell'impiantistica termotecnica. (4 h)**

Esercizi su scambiatore di calore e reti di distribuzione dei fluidi.

**Secondo modulo didattico: Impianti a combustione. (6 h)**

Calcolo delle portate e delle energie, verifica di superfici di scambio.

**Terzo modulo didattico: Impianti di cogenerazione. (6 h)**

Calcolo dei rendimenti, dell'indice di risparmio, della portata di vapore per teleriscaldamento e verifica del consumo di gas naturale.

**Quarto modulo didattico: Impianti frigoriferi. (6 h)**

Calcolo del fabbisogno frigorifero e verifica della potenza dei compressori.

## **BIBLIOGRAFIA**

P. Anglesio, *Elementi di impianti termotecnici*, ed. Pitagora, Bologna 1998.

## **ESAME**

Esame finale orale con discussione degli elaborati scritti relativi alle relazioni sugli impianti visitati.

## U3111      **MACCHINE I**

Anno: 4	Periodo: 1		
Impegno (ore sett.)	lezione: 6	esercitazione: 4	laboratorio: 10 (nell'intero periodo)
Docente:	<b>Claudio DONGIOVANNI</b> (collab.: <b>Claudio NEGRI</b> )		

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso tratta essenzialmente la problematica delle turbomacchine e dei sistemi energetici in cui esse sono inserite, con particolare riferimento agli impianti motori a vapore, agli impianti a gas, agli impianti a ciclo combinato gas-vapore, alle unità di compressione di gas ed ai sistemi idraulici per la produzione e trasmissione di energia. Il corso tratta sia i principi di termodinamica applicata, esaminata dal punto di vista che più interessa nello studio delle macchine a fluido, sia i concetti fondamentali della meccanica dei fluidi e delle sue applicazioni alle turbomacchine. Oltre ai mezzi che consentono le opportune scelte e valutazioni richieste all'utilizzatore, il corso intende anche fornire le nozioni di base per la progettazione termofluidodinamica delle macchine e per approfondire settori più specialistici quali, ad esempio, tenute a labirinto, modelli dinamici, regolazione, ecc.. Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni in aula, eventuali visite guidate ad impianti e/o ditte costruttrici di macchine a fluido.

### **REQUISITI**

Fisica tecnica, Meccanica dei fluidi, Meccanica applicata alle macchine.

### **PROGRAMMA**

#### *Fonti energetiche*

Classificazione delle principali fonti energetiche. Fonti energetiche rinnovabili o meno; impatto ambientale.

#### *Principi di termodinamica applicata e di fluidodinamica.*

Richiami di termodinamica: principio di conservazione dell'energia, trasformazioni e cicli termodinamici principio di evoluzione dell'energia, bilancio energetico. Termodinamica della combustione. Richiami di fluidodinamica: leggi in forma integrale della conservazione della massa, della quantità di moto, del momento della quantità di moto e dell'energia.

#### *Ugelli e diffusori*

Velocità del suono e proprietà di ristagno in una corrente fluida. Analisi del flusso adiabatico ed isoentropico di una corrente unidimensionale stazionaria. Pressione critica e condizioni di criticità. Funzionamento di ugelli e diffusori in condizioni di progetto e "fuori progetto". Flusso reale di una corrente unidimensionale stazionaria. Rendimento di ugelli e diffusori.

#### *Introduzione alle turbomacchine*

Generalità e classificazione: turbomacchine assiali, radiali e miste. Applicazione alle turbomacchine delle leggi fondamentali della termodinamica e della fluidodinamica. Analisi unidimensionale e triangoli delle velocità. Rendimenti delle macchine. Grado di reazione e forma fluidodinamica delle palettature. Similitudine fluidodinamica nelle macchine. Parametri adimensionallizzati e curve caratteristiche delle macchine.

#### *Turbomacchine motrici*

##### *- idrauliche*

Turbine Pelton, Francis, ad elica e Kaplan. Legame tra il numero di giri caratteristico e la conformazione della macchina. Diffusore nelle turbine idrauliche. Curve collinari e di regolazione delle macchine idrauliche.

##### *- a vapore*

Stadio assiale ad azione ed a salti di velocità, turbina assiale a salti di pressione, turbina assiale

a reazione. Criteri di progetto ed ottimizzazione del rendimento nelle turbine assiali. Sollecitazioni delle palettature di turbine assiali. Calcolo ed equilibramento della spinta assiale sul rotore di una turbina. Teoria dell'equilibrio radiale e svergolamento a vortice libero di una palettatura. Mezzi di tenuta nelle turbomacchine: tenute a labirinto. Organizzazione delle tenute a labirinto. Organizzazione delle turbine a vapore multiple. Turbine radiali monostadio e multistadio. Turbine radiali birotative.

Funzionamento di una turbina in condizioni diverse da quelle di progetto. Cono dei consumi.

*- a gas*

Caratteristiche costruttive. Refrigerazione delle palettature.

#### **Turbomacchine operatrici**

Generalità. Parametri adimensionati di funzionamento. Caratteristiche ideali e reali delle macchine operatrici.

#### **Turbocompressori di gas.**

Classificazione, aspetti costruttivi e principi di funzionamento di turbocompressori di gas e ventilatori. Calcolo delle prestazioni nei turbocompressori. Compressione interrefrigerata. Caratteristica manometrica di ventilatori e turbocompressori di gas radiali. Punto di funzionamento, pompaggio e stallo di un turbocompressore. Criteri di scelta di un turbocompressore di gas: fattore di carico.

Dimensionamento di massima di un turbocompressore centrifugo. Turbocompressori assiali. Regolazione dei turbocompressori.

#### **Turbopompe.**

Generalità, potenza e rendimenti delle turbopompe. Caratteristiche di funzionamento. Turbopompe centrifughe, assiali e miste. Problemi di avviamento ed installazione. Cavitazione nelle turbopompe.

#### **Componenti statici**

Accumulatori di vapore. Condensatori di vapore a superficie e a miscela. Dimensionamento dei tubi e dei materiali nei condensatori a superficie. Condensatori ad aria. Condensatori tipo Heller. Scambiatori di calore a superficie e a miscela; degasatori. Combustori. GVR.

#### **Impianti di potenza**

Rendimenti e consumi specifici negli impianti motori termici. Ciclo di Rankine-Hirn e ciclo di Joule. Ricupero e potenziamento di impianti preesistenti. Impianti a cogenerazione. Impianti geotermoelettrici e nucleotermoelettrici.

Impianti a cicli sovrapposti e a ciclo combinato gas-vapore.

Impianti per la propulsione navale.

Motori a reazione.

#### **Regolazione degli impianti di potenza**

Criteri di utilizzazione e regolazione degli impianti di potenza.

Regolazione per laminazione e parzializzazione. Regolazione per sorpasso lato vapore e lato acqua degli impianti di turbina a vapore.

Campo di regolazione di una turbina a contropressione e ad estrazione. Caratteristiche meccanica e di regolazione delle turbine a gas

monoalbero e bialbero. Regolazione di impianti a ciclo combinato e cogenerativi.

#### **Trasmissioni idrodinamiche**

Principi di funzionamento delle trasmissioni idrodinamiche. Giunti idrodinamici: prestazioni e curve caratteristiche. Campo di applicazione dei giunti idrodinamici. Convertitori idrodinamici di coppia: prestazioni e curve caratteristiche. Campo di applicazione dei convertitori idrodinamici di coppia.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni in aula consistono nello svolgimento di esercizi e problemi applicativi dei concetti sviluppati a lezione ed hanno lo scopo sia di fornire gli ordini di grandezza dei vari para-

metri, sia di migliorare il grado di approfondimento.

#### **Argomenti delle esercitazioni:**

Proprietà termodinamiche dei fluidi, trasformazioni dei gas perfetti e diagrammi termodinamici. Applicazioni del primo e del secondo principio della termodinamica. Ugelli e diffusori. Turbine idrauliche Pelton, Francis e Kaplan. Impianti a vapore, a gas e combinati. Turbine assiali e radiali a vapore/gas.. Funzionamento "fuori progetto" delle turbine. Calcolo dell'efflusso subcritico e critico da tenute a labirinto Turbocompressori centrifughi ed assiali. Regolazione dei turbocompressori. Turbopompe. Cavitazione nelle macchine idrauliche.. Accumulatori di vapore. Condensatori. Impianti di potenza. Regolazione impianti a vapore, a gas e combinati. Giunti idrodinamici. Convertitori idraulici di coppia.

#### **BIBLIOGRAFIA**

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

A.E. Catania, Turbocompressori, ACSV (Appunti dai Corsi Seminari di Vercelli), Ed. CGVCU (Comitato per la Gestione in Vercelli dei Corsi Universitari), 1990.

A.E. Catania, Turbine idrauliche, ACSV, Ed. CGVCU, 1992.

A. Mittica, Turbomacchine idrauliche operatrici, ACV, Ed. CGVCU, 1994

R.I. Lewis, Turbomachinery performance analysis, ARNOLD

C. Caputo, Le turbomacchine, MASON

C. Caputo, Gli impianti motori termici, MASON

#### **ESAME**

L'esame consiste in una prova scritta ed in una prova orale.

**Prova scritta:** si svolge in tre ore.

Consiste nello svolgimento di tre esercizi numerici su impianti o componenti di macchine a fluido relativi ad argomenti svolti durante il corso.

L'esame di Macchine I incomincia quando il candidato consegna l'elaborato al termine della prova scritta.

Durante lo svolgimento del corso vengono proposti tre accertamenti che consentono l'esonero dalla prova scritta nella prima sessione d'esame.

**Prova orale:** Consiste in una possibile discussione della prova scritta e nel rispondere a domande su alcuni argomenti di teoria trattati a lezione.

**Voto finale:** è determinato in base al risultato delle due prove sostenute.

Anno: 4

Impegno (ore)

Docenti:

Periodo: 2

lezione: 5      esercitazione: 3      laboratorio e attività assistita: 2

**Patrizio NUCCIO, Claudio NEGRI** (Dipartimento di Energetica,  
tel. 564.4433; orario di ricevimento da definire in base all'oraio  
delle lezioni del II periodo didattico);

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Scopo del corso è quello di fornire le nozioni fondamentali sui compressori volumetrici, sui motori alternativi a combustione interna: il corso comprende, sia una parte propriamente descrittiva, avente lo scopo di fornire una conoscenza generale della costituzione di tali macchine, sia una parte a carattere formativo, necessaria per permettere la scelta in relazione all'impiego e per costituire la base della loro progettazione fluidodinamica e termica.

### **OUTLINE OF THE COURSE**

The course provides the background on reciprocating compressors, pumps and internal-combustion engines. The course includes both a descriptive part and formative topics; these are necessary to provide a knowledge for a correct choice for the fluid-dynamic and the thermic design. Particular reference is dedicated for internal-combustion engines to the following subjects: thermodynamic background; combustion processes; analysis of cycles and efficiencies with ideal and real working fluid; volumetric efficiency, inlet and exhaust processes in two-stroke and four-stroke engines; combustion in s.i. engines and knock fundamentals; s.i. engine mixture requirements: carburetors and fuel-injection systems; s.i. engine performance parameters and operating characteristics; combustion in compression-ignition engines; fuel spray behaviour; turbocharged and supercharged engine performance. All these topics are also implemented with classroom exercises or in the laboratory with bench tests.

### **REQUISITI**

Tecnologia dei Materiali e Chimica Applicata, Meccanica Applicata, Fisica Tecnica e Macchine I

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

Impegno (ore totali)      lezione: 14      esercitazione: 4

Compressore alternativo monostadio; caratteristiche costruttive della macchina e suo ciclo ideale. Perdite caratteristiche dei compressori alternativi: ciclo reale della macchina. Regolazione del compressore alternativo monostadio. Compressori rotativi a palette e Roots. Regolazione dei compressori rotativi. Pompe e motori volumetrici idraulici. Principi di funzionamento delle trasmissioni idrostatiche. Esempi di applicazione delle trasmissioni idrostatiche

#### **II MODULO**

Impegno (ore totali)      lezione: 26      esercitazione: 14

Combustione adiabatica a  $v = \text{cost.}$ , determinazione del potere calorifico e della temperatura finale di combustione; variazione del potere calorifico con la temperatura. Combustione adiabatica a  $p = \text{cost.}$ ; legame tra i poteri calorifici a  $v = \text{cost.}$  e a  $p = \text{cost.}$ ; potere calorifico superiore e inferiore. Combustione con dissociazione, con scambio termico con l'esterno e con incompletezza; rendimento della combustione.

Classificazione dei rendimenti; espressione della potenza utile e della pressione media effettiva.

Criteri generali di impiego dei motori alternativi a 2 e 4 tempi ad accensione comandata e per compressione. Impostazione del progetto di massima di un motore alternativo: determinazione delle principali caratteristiche del motore. Criteri di scelta del ciclo ideale per i motori volumetrici a combustione interna. Rendimento del ciclo ad aria ideale; rendimento del ciclo ad aria reale; rendimento del ciclo ad aria e combustibile; ciclo limite equivalente. Ciclo indicato e rendimento termofluidodinamico. Rendimento organico.

Configurazioni generali della distribuzione nei motori a quattro tempi; il riempimento dei motori a quattro tempi. Configurazioni generali dei motori a due tempi ad accensione comandata ed ad accensione per compressione; il riempimento dei motori a due tempi. Modelli semplificati per lo studio dei fenomeni non stazionari nei condotti dei motori a quattro e a due tempi.

Apparati di alimentazione per motori ad accensione comandata: il carburatore elementare ed i dispositivi correttori. Apparato di iniezione elettronica.

### III MODULO

Impegno (ore totali) lezione: 20 esercitazione: 8

Prestazioni dei motori alternativi: la caratteristica meccanica, di regolazione e la cubica di utilizzazione. Influenza del cambio di velocità sulle prestazioni dei motori per trazione terrestre. Metodi per il miglioramento della caratteristica meccanica e di regolazione dei motori ad accensione comandata.

Combustione nei motori ad accensione comandata: velocità di reazione e di propagazione della fiamma; propagazione della fiamma laminare; influenza della turbolenza; l'angolo di combustione. Influenza della dosatura sulle prestazioni del motore e sui rendimenti. Modello di combustione per frazioni successive.

Anomalie di combustione nei motori ad accensione comandata: il fenomeno della detonazione. Studi sulle macchine a compressione rapida. I numeri di ottano di laboratorio; la sensitività dei carburanti; richiesta ottanica dei motori. Anomalie di accensione. Caratteristiche dei carburanti. Combustione nei motori ad accensione per compressione: l'accumulo; influenza della velocità di rotazione. Accendibilità dei combustibili e numero di cetano; penetrazione della goccia; ritardo di iniezione. Schemi dei principali apparati di iniezione.

Sovralimentazione: sovralimentazione con compressore a comando meccanico e con turbina a gas di scarico.

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

#### *Programma delle esercitazioni in aula*

Dimensionamento di un compressore alternativo a due stadi. Descrizione di un motore alternativo a quattro tempi per impiego automobilistico. Determinazione di un "ciclo convenzionale" di un motore a quattro tempi e dimensionamento del volano motore. Descrizione di un motore alternativo a due tempi ad accensione per compressione di tipo "pesante". Equilibramento dei motori alternativi; forze centrifughe e forze alterne. Disposizione angolare delle manovelle e successione longitudinale. Esempi di motori in linea a due e a quattro tempi. Regola della rotazione parziale; motori a "V" e motori stellari.

#### *Programma delle esercitazioni in laboratorio.*

Determinazione sperimentale delle prestazioni di un compressore volumetrico rotativo. Smontaggio e rimontaggio di un motore automobilistico. Determinazione al banco-prova delle prestazioni di motori alternativi a combustione interna. Il corso verrà suddiviso in un numero di squadre sufficienti per poter permettere una fattiva partecipazione degli studenti a tali esercitazioni pratiche.

#### *Programma dell'attività assistita.*

Le ore previste in orario per questo tipo di attività prevedono chiarimenti e approfondimenti di alcuni argomenti, anche su richiesta degli studenti, che saranno inoltre seguiti dai docenti o dai coadiutori durante la stesura delle relazioni relative alle esercitazioni in aula ed in laboratorio.

## BIBLIOGRAFIA

Gli appunti forniti dal docente vengono integrati con i testi seguenti:

A. Capetti: *Compressori di gas* - Lib. Tec. Ed. Dott. V. Giorgio. A. Dadone: *Macchine Idrauliche* - CLUT. A. Capetti: *Motori Termici* - UTET, 1967. A. Beccari, C. Caputo: *Motori Termici Volumetrici* - UTET, 1987. G. C. Ferrari: *Motori a Combustione Interna* - Il Capitello, 1992. J.B. Heywood: *Internal Combustion Engine Fundamentals* - McGraw Hill, 1988. G.P.Blair: *Design and simulation of two stroke engines* - SAE 1996.

## ESAME

È richiesta la presentazione in sede d'esame degli elaborati relativi alle esercitazioni; l'esame si svolge in sola forma orale con domande che vertono sia sul programma delle lezioni, sia su quello delle esercitazioni in aula ed in laboratorio.

Anno: 3

Periodo:1

Impegno (ore totali)

lezioni: 72

esercitazioni: 48

Docente:

**Mauro VELARDOCCIA**(collab.: **Stefano MAURO**)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Lo scopo del corso é quello di fornire agli allievi gli elementi fondamentali per poter affrontare lo studio dei problemi meccanici che concernono le macchine. I temi trattati riguardano in particolar modo la dinamica applicata e la cinematica applicata. Una parte non indifferente del corso é dedicata alla teoria della lubrificazione idrodinamica, argomento quest'ultimo che non trova, in generale, adeguato spazio nei programmi d'insegnamento.

### **REQUISITI**

È indispensabile la conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di Meccanica Razionale e Scienza delle costruzioni.

### **PROGRAMMA**

Equazioni cardinali della dinamica:

Equilibramento statico e dinamico. Equilibramento del monocilindro, del bicilindro, del quattro cilindri in linea e dei sei cilindri in linea.

Assi centrali d'inerzia: corpo rotante e determinazione delle reazioni vincolari. Fenomeni giroscopici: elica bipala. Indicatore di virata e piattaforma inerziale. Vibrazioni ad un grado di libertà libere e forzate. Funzione di trasferimento. Accelerometro e sismografo. integrale di Duhamel. Sistemi a due gradi di libertà: frequenze proprie e modi. Determinazione delle coordinate principali.

Equazione dell'energia:

Applicazione a trazione, torsione e flessione. Carico di punta. Molle in serie e parallelo. Camme: problema dinamico, equazione dell'involuppo.

Macchine a regime periodico: calcolo di verifica e di progetto.

Principio dei lavori virtuali:

Ammortizzatore dinamico, bifilare e Houdaille. Sistemi di forze non conservativi: flutter ala-alettone. Velocità critica flessionale per alberi rotanti: influenza del volano e dei supporti anisotropi.

Sistemi continui elastici:

Corda tesa; vibrazioni libere longitudinali e torsionali per travi a sezione costante. Vibrazioni libere flessionali per travi. Vibrazioni forzate. Metodo delle coordinate principali. Principio dell'Hamilton; criterio di Rayleigh-Ritz. Applicazione a torsione, flessione e cavo teso. Trave trascinata in rotazione: determinazione delle frequenze proprie.

Attrito:

Attrito radente: leggi di Coulomb. Sistema vite-madrevite: reversibilità del moto. Attrito ai perni. Attrito volvente e cuscinetti a rotolamento.

Freni:

Ipotesi di Reye; freni ceppo-nastro ad accostamento rigido e libero. Freni ceppo-tamburo esterni ed interni ad accostamento rigido e libero.

Freni a disco. Frizioni piane e coniche.

Cinghie:

Cinghie piane: rapporto di trasmissione, rendimento, coppia e velocità limite. Cinghie trapezoidali. Forzamento delle cinghie.

Ruote dentate e rotismi:

Ruote cilindriche a denti diritti; proporzionamento modulare, minimo numero di denti, segmento di ingranamento, numero di coppie di denti in presa. Forze scambiate. Ruote cilindriche elicoidali: grandezze normali e frontali, forze scambiate minimo numero di denti, coppie di denti in presa.

Ruote coniche: forze scambiate e minimo numero di denti. Vite senza fine-ruota elicoidale: forze scambiate e rendimento. Rotismi ordinari ed epicicloidali. Formula di Willis: applicazione al differenziale automobilistico ed al variatore del passo dell'elica.

Lubrificazione:

Accoppiamento prismatico: capacità di carico e diagrammi di progetto. Pattino ad allungamento finito. Lubrificazione idrostatica: cuscinetto ibrido. Perno-cuscinetto: calcolo della capacità di carico in condizioni stazionarie. Carico dinamico.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni si effettueranno in aula: agli allievi vengono assegnati alcuni esercizi da svolgere; tali esercizi sono successivamente affrontati e discussi dal docente. In aula è presente il docente titolare del corso, un ricercatore, ed uno studente coadiutore.

## **BIBLIOGRAFIA**

Malvano - Vatta, *Dinamica delle macchine*, Levrotto & Bella, 1993

Malvano - Vatta, *Fondamenti di lubrificazione*, Levrotto & Bella, 1990

Cancelli - Vatta, *Esercizi di meccanica applicata*, Levrotto & Bella, 1979

## **ESAME**

L'esame consiste in una prova orale durante la quale lo studente deve risolvere alcuni esercizi, analoghi a quelli svolti in esercitazione, e deve esporre alcune delle trattazioni analitiche che sono state sviluppate dal docente.

Anno: 3

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezioni: 6

esercitazioni: 4

Docente:

**Luca RIDOLFI****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di fornire gli elementi per il proporzionamento dei recipienti destinati a contenere fluidi e per il dimensionamento delle condotte di convogliamento. Partendo da una impostazione teorica, si perviene alle applicazioni pratiche, con particolare riguardo a quelle specifiche dell'area meccanica

**REQUISITI**

Analisi matematica I e II, Fisica I, Meccanica razionale.

**PROGRAMMA****I MODULO**

Impegno (ore)                    lezione: 15                    esercitazione: 13

I fluidi e le loro caratteristiche:

definizione di fluido; i fluidi come sistemi continui; grandezze della meccanica dei fluidi e unità di misura; proprietà fisiche; regimi di movimento; sforzi nei sistemi continui.

Statica dei fluidi e dei galleggianti:

equazione indefinita della statica dei fluidi; equazione globale dell'equilibrio statico; statica dei fluidi pesanti incompressibili; misura delle pressioni, spinta su superfici piane; spinta su superfici curve; spinta su corpi immersi; statica dei fluidi pesanti comprimibili; equilibrio relativo.

Regolazione delle portate mediante serbatoi:

regolazione a volume affluente e defluente costante; regolazione a capacità costante; regolazione di continuità.

**II MODULO**

Impegno (ore)                    lezione: 23                    esercitazione in aula: 12

Cinematica dei fluidi e dinamica dei fluidi:

impostazione euleriana e lagrangiana; velocità e accelerazione; equazioni del moto; equazioni di stato; tipi di movimento; equazione di continuità.

Dinamica dei fluidi perfetti:

variazione di carico piezometrico lungo la normale, la binormale e la tangente alla traiettoria; correnti lineari; teorema di Bernoulli; interpretazione geometrica ed energetica; applicazione ad alcuni processi di efflusso; potenza di una corrente in una sezione; estensione del teorema di Bernoulli ad una corrente; applicazione del teorema di Bernoulli alle correnti; venturimetri e boccagli; estensione del teorema di Bernoulli ai fluidi comprimibili; equazione del moto vario ed applicazioni; moti irrotazionali e relativa estensione del teorema di Bernoulli; stramazzi.

Analisi dimensionale e teorema pi-greco.

**III MODULO**

Impegno (ore)                    lezione: 32                    esercitazione in aula: 15

Equazioni del moto dei fluidi reali:

esperienza di Reynolds; equazioni di Navier-Stokes; equazione globale di equilibrio.

Correnti in pressione:

moto uniforme; moto laminare; caratteristiche generali del moto turbolento; grandezze turbolente e valori medi; sforzi tangenziali e turbolenti; ricerche sul moto uniforme turbolento; moto nei tubi lisci e nei tubi scabri; diagramma di Moody e modificati; formule pratiche; perdite di carico localizzate.

Lunghe condotte:

schemi pratici; reti di condotte a gravità e impianti di sollevamento; problemi idraulicamente indeterminati; possibili tracciati altimetrici; reti chiuse; metodo di Cross.

Moto vario:

colpo d'ariete nelle condotte adduttrici e di sollevamento; dispositivi di attenuazione; casse d'aria.

Moti di filtrazione:

generalità; legge di Darcy-Ritter e generalizzazioni; moto permanente in acquiferi artesiani e freatici. applicazioni.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Nelle esercitazioni verranno trattati problemi pratici attinenti agli argomenti svolti a lezione.

## **BIBLIOGRAFIA**

D. Citrini, G. Nosedà, "Idraulica", edizioni Ambrosiana, Milano, 1979.

G. De Marchi, "Idraulica", edizioni Hoepli, Milano, 1960.

A. Ghetti, "Idraulica", edizioni Cortina, Padova, 1980.

E. Marchi, A. Rubatta, "Meccanica dei fluidi", edizioni UTET, Torino, 1982.

## **ESAME**

L'esame è di tipo tradizionale, orale, e verterà sugli argomenti svolti a lezione nonché sugli esercizi sviluppati nelle esercitazioni.

Anno: 4,5

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 4

esercitazione/laboratorio: 4

Docente:

**Mauro VELARDOCCIA****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso affronta tematiche tipiche della progettazione e della caratterizzazione di robot. Sono studiati sia robot industriali tipici che speciali per applicazioni avanzate, offrendo un inquadramento delle tematiche caratteristiche di manipolatori su applicazioni effettive.

**REQUISITI**

Analisi matematica 1, Geometria, Meccanica applicata alle macchine.

**PROGRAMMA**

Tipologie di robot industriali; classificazione delle strutture meccaniche; applicazioni: robot di montaggio, manipolazione, saldatura, verniciatura. Robot speciali: robot mobili, per applicazioni mediche, spaziali, minerarie, oceaniche, nucleari.

Cinematica dei robot: metodi per la descrizione del posizionamento e dell'orientamento di un corpo nello spazio mediante vettori e matrici. Trasformazioni cinematiche nello spazio: traslazioni, rotazioni, trasformazioni omogenee. Angoli di Eulero, formula di Rodriguez. Metodo di Denavit-Hartenberg (vers. Craig) per la descrizione del posizionamento relativo tra gli elementi di un robot. Espressioni ricorsive delle velocità e delle accelerazioni dei giunti e degli elementi di un robot. Determinazione della matrice Jacobiana. Analisi cinematica inversa di strutture con polsi monocentrici.

Statica dei manipolatori: equazioni di equilibrio, principio dei lavori virtuali.

Dinamica dei manipolatori. Azioni d'inerzia su un corpo rigido nello spazio. Equazioni di Newton-Eulero, equazioni di Lagrange.

Traiettorie del moto di manipolatori. Traiettorie nello spazio dei giunti e nello spazio cartesiano. Punti virtuali lungo la traiettoria. Traiettorie di raccordo con rotazioni coniche. Valutazione degli errori di posizionamento.

Oscillazioni di un manipolatore per diversi tipi di traiettorie. Valutazione della frequenza fondamentale.

Valutazione del massimo overshoot con diverse leggi di comando.

Controllo dei robot. Leggi del moto e dell'asservimento. Schema del controllo.

Tipologie e schemi funzionali e realizzativi di polsi per robot a due e tre gradi di libertà. Analisi cinematica dei polsi. Metodo di definizione del livello di degenerazione.

Sistemi per la trasmissione e la trasformazione del moto.

Trasmissioni con flessibili, con alberi coassiali, a parallelogramma. Riduttori epicicloidali.

Riduttori speciali e non convenzionali: Harmonic Drive, articolati (Redax, Cyclo).

Sistemi di presa e manipolazione per robot: tipologie, schemi funzionali e realizzativi, metodi di analisi e di progetto.

Azionamenti per robot: elettrici, idraulici, pneumatici.

Motori elettrici a corrente continua, a magneti permanenti, brushless, motori a passo.

Caratteristica meccanica. Caratteristiche elettrodinamiche di motori ac.c.. Modellazione dinamica di servoazionamenti elettrici per controllo di velocità e di posizione.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula prevedono la trattazione con esempi ed esercizi degli argomenti presentati durante le lezioni.

Le esercitazioni di laboratorio prevedono la misura delle caratteristiche meccaniche di funzionamento di azionamenti per robotica e la determinazione degli spazi di lavoro e della dinamica di manipolatori mediante codici di calcolo dedicati.

## BIBLIOGRAFIA

A. Romiti, CINEMATICA E DINAMICA DEI ROBOT, (dispense del corso).

King-Sun Fu, R.C. Gonzalez, C.S. George Lee, ROBOTICA, McGraw - Hill

E.I. Rivin, MECHANICAL DESIGN OF ROBOTS, Mc Graw - Hill

R. Paul, ROBOT MANIPULATORS, M.I.T. Press.

## ESAME

Prova orale.

Anno: 5	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezioni: 4/6	esercitazioni: 4/2
Docente:	<b>Luigi GARIBALDI</b>	

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso di Meccanica delle Vibrazioni si propone di fornire la visione più ampia possibile delle tematiche relative alla meccanica delle vibrazioni, considerando parte integrante della materia l'identificazione e l'analisi sperimentale delle strutture vibranti.

L'analisi dei segnali e la loro elaborazione sono perciò trattate sia a livello teorico che applicativo per comprendere ed utilizzare correttamente le strumentazioni tipiche dell'analisi modale.

Sono proposte diverse esercitazioni al calcolatore per simulare i sistemi vibranti, le tipiche risposte nel dominio del tempo e della frequenza, nonché le tecniche di analisi. Le esercitazioni su strutture reali vibranti sono svolte in laboratorio e permettono allo studente di familiarizzare sia con le procedure di preparazione di un test di analisi, sia di identificarne i parametri tramite il software dedicato. Sono proposti cenni di identificazione di sistemi non lineari.

### COURSE INTRODUCTION

The course has the general target to provide a wide range of topics related with the vibration of machines, the classical modal analysis, the identification of vibrating systems. Students are trained to treat the problem of basic signal processing to face the experimental testing and the analysis of real world dynamic data.

Some dynamic experiments are proposed and a few simulations on PC are also carried on during the course.

### REQUISITI

Meccanica Applicata (Elementi di Informatica)

### PROGRAMMA

#### I MODULO

Impegno (ore)                      lezione: 15                      esercitazione in aula: 8

Generalità sulle equazioni differenziali per la dinamica - Sistemi a Singolo grado di libertà senza smorzamento, con smorzamento viscoso e con smorzamento isteretico - Piano delle fasi - Stabilità - Funzioni risposta in frequenza e sue rappresentazioni - Energie di dissipazione

#### II MODULO

Impegno (ore)                      lezione: 20                      esercitazione in aula: 6

Sistemi a più gradi di libertà - Disaccoppiamento delle equazioni - Coordinate modali - Autovalori e deformate dinamiche - Applicazione ai casi di smorzamenti viscoso e isteretico, proporzionale e non - Metodi di soluzione:

#### III MODULO

Impegno (ore)                      lezione: 20                      esercitazione in aula/laboratorio: 14

Classificazione dei segnali - Trasformata di Fourier - Realizzazione digitale delle acquisizioni di segnali - Convoluzione, correlazione, auto e cross-spettri - Statistica dei segnali - Problemi e caratteristiche della strumentazione - Misure su strutture vibranti reali - Estrazione dei parametri modali dalle misure dinamiche:

#### IV MODULO

Impegno (ore) lezione: 15 esercitazione/laboratorio: 12

Sistemi continui - Smorzamento di strutture semplici - Modelli reologici di smorzamento e caratterizzazione dei materiali viscoelastici - Identificazione di strutture non lineari e tecniche matematiche relative:

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

#### Programma delle esercitazioni:

Alcune esercitazioni si svolgono in aula su esercizi propedeutici all'applicazione della teoria; altre utilizzano il calcolatore per la simulazione di sistemi vibranti, il trattamento dei segnali e l'estrazione dei parametri; altre ancora si svolgono in laboratorio per mostrare la strumentazione, assimilare la tecnica di acquisizione dei segnali, la strutturazione della catena di misura, la verifica di comportamenti non lineari, l'estrazione sperimentale dei parametri.

#### Programma dell'attività assistita:

Gli studenti sono invitati a costruire al calcolatore dei sistemi vibranti a più gradi di libertà per poi verificarne le risposte temporali ed in frequenza; devono quindi ricalcolarne i parametri come si trattasse di sistemi reali.

### BIBLIOGRAFIA

#### Testo di riferimento:

Tse F.S., Morse I.E., Hinkle R.T., "Mechanical Vibrations - theory and applications", Allan and Bacon Inc, 1978

#### Testi ausiliari:

Maia, N. M. M., Silva, J. M. M. et al "Theoretical And Experimental Modal Analysis" Editors Maia & Silva, Research Studies Press.,Ltd, 1997

Ewins D.J., "Modal Testing: Theory and Practice", research Studies Press Ltd., 1984

Brook D., Wynne R.J., "Signal Processing - principles and applications", Edward Arnold, Great Britain, 1988

Bendat J.S., Piersol A.G., "Random Data: Analysis and Measurements Procedures", 2nd ed., Wiley-Interscience, New York, 1986

Blevins R.D., "Formulas for Natural Frequency and Mode Shape", Van Nostarnd Reinhold Company, New York, 1979

### ESAME

L'esame si svolge oralmente.

Anno: 2

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezione: 6

esercitazione: 4

laboratorio:

Docente:

Andrea GAMBÀ (collab.: Alberto ROSSANI)

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Scopo del corso è di fornire i fondamenti della descrizione matematica dei sistemi meccanici classici, con particolare attenzione agli aspetti applicativi riguardanti l'ingegneria meccanica e civile. In particolare scopo delle esercitazioni è di mettere in grado lo studente di studiare autonomamente una varietà abbastanza grande di problemi meccanici.

### REQUISITI

Analisi matematica I, Geometria, Fisica generale I, Analisi matematica II.

### PROGRAMMA

#### *Cinematica. [20 ore]*

Richiami di geometria: spazio e tempo, sistemi di riferimento, vettori liberi e applicati, riduzione di sistemi di vettori applicati, momento, risultante, invariante scalare, asse centrale, coppie; elementi di calcolo tensoriale; terna intrinseca. Cinematica del punto. Cinematica del corpo rigido: angoli di Eulero e di Cardano, velocità angolare, asse del moto, centro di istantanea rotazione, moto di precessione, moti relativi, profili coniugati, base e rulletta. Cinematica dei sistemi: vincoli, classificazione dei vincoli, gradi di libertà, coordinate lagrangiane, vincoli olonomi e anolonomi.

#### *Statica. [20 ore]*

Statica del punto, attrito. Equazioni cardinali. Centri di forze parallele. Statica del corpo rigido. Statica dei sistemi, principio dei lavori virtuali. Statica dei fili e delle verghe. Sistemi articolati; sforzi interni.

#### *Dinamica. [20 ore]*

Dinamica del punto; oscillazioni forzate e smorzate, risonanza. Studio qualitativo dei sistemi a un grado di libertà: diagramma del potenziale e diagramma di fase. Cicli limite e oscillazioni autoeccitate. Equazioni cardinali. Tensore ed ellissoide d'inerzia. Dinamica del corpo rigido con punto fisso: equazioni di Eulero, moto di precessione regolare, fenomeni giroscopici. Dinamica dei sistemi: principio di d'Alembert, equazioni di Lagrange. Integrali primi del moto. Meccanica relativa: forze apparenti e loro proprietà. Dinamica relativa ed equilibrio relativo. Stabilità dell'equilibrio: linearizzazione delle equazioni del moto, funzione di Ljapunov. Piccole oscillazioni: modi e frequenze proprie di vibrazione.

#### *Elementi di meccanica dei continui. [10 ore]*

Descrizione euleriana e lagrangiana del moto, analisi della deformazione, tensore degli sforzi, equazioni di bilancio. Cenni sulle equazioni alle derivate parziali della fisica matematica.

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Agli studenti sono proposti esercizi e problemi applicativi sui seguenti argomenti:

Cinematica del punto e del corpo rigido. [12 ore]

Sistemi di vettori applicati e riduzione delle forze. [4 ore]

Problemi di statica e dinamica con calcolo di reazioni vincolari. [10 ore]

Statica dei fili, delle verghe e dei sistemi articolati. Sforzi interni. [10 ore]

Principio dei lavori virtuali; conservazione dell'energia. [4 ore]

Equazioni di Lagrange. [6 ore]

Integrazione di equazioni del moto del corpo rigido e dei sistemi. [6 ore]

Dinamica e statica relativa. [4 ore]

Stabilità di configurazioni di equilibrio, linearizzazione delle equazioni del moto e frequenze proprie di vibrazione. [8 ore]

## **BIBLIOGRAFIA**

Testi di riferimento:

B. Finzi: *Meccanica razionale*, Zanichelli

M. Fabrizio: *La meccanica razionale*, Zanichelli

G. Belli, C. Morosi, E. Alberti: *Meccanica razionale - esercizi*, Masson

Altri testi:

T. Levi-Civita, U. Amaldi: *Compendio di meccanica razionale*, Zanichelli

C. Cercignani: *Spazio, tempo, movimento*, Zanichelli

A. Sommerfeld: *Meccanica*, Zanichelli

H. Goldstein: *Meccanica classica*, Zanichelli

L.D. Landau, E. M. Lifshits: *Meccanica*, Editori Riuniti

V.I. Arnold: *Metodi matematici della meccanica classica*, Editori Riuniti

N. Bellomo, L. Preziosi, A. Romano: *Mechanics and dynamic systems with Mathematica*, Birkhauser

A. Romano: *Meccanica razionale*, Liguori

È disponibile presso la segreteria didattica una raccolta di temi d'esame e di esercizi svolti.

## **ESAME**

L'esame consiste in una prova scritta e una orale. È consentito sostenere la prova scritta e la prova orale in appelli diversi della medesima sessione. Sono previste due prove d'esonero durante lo svolgimento del corso. È necessario effettuare la prenotazione elettronica dell'esame.

Anno: 4,5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezioni: 4

esercitazioni: 4

Docenti:

**Giovanni BELINGARDI, Roberto DOGLIONE, Massimiliano AVALLE****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di fornire agli allievi le conoscenze di base necessarie per lo svolgimento dell'analisi e della verifica sperimentale di strutture e materiali in campo meccanico. Tale scopo viene perseguito trattando in dettaglio alcune metodologie statistiche per l'impostazione e l'analisi dei risultati di prove sperimentali, alcune metodologie per il rilievo sperimentale delle deformazioni, alcune metodologie per il rilievo e l'analisi della risposta dinamica. Vengono analizzate le morfologie dei principali tipi di frattura di componenti ingegneristici, con riferimento alle condizioni di servizio (fratture duttili, fragili, per idrogeno, per fatica, per scorrimento viscoso a caldo, ecc...). In seguito si espongono le teorie fisiche che spiegano i principali tipi di frattura (clivaggio e duttile) e ne collegano le caratteristiche alla microstruttura dei materiali. Si affrontano quindi le principali tematiche della Meccanica della Frattura (in campo lineare elastico, con plasticità contenuta, e in regime elastoplastico). Infine si espone il metodo R6 per la stima della criticità dei difetti nelle strutture.

**REQUISITI**

Per frequentare il corso con profitto lo studente deve aver appreso ed assimilato i contenuti degli insegnamenti di Meccanica Applicata alle Macchine, Scienza delle Costruzioni, Tecnologia dei Materiali Metallici. Non è tuttavia richiesto il superamento formale del relativo esame.

**PROGRAMMA****MECCANICA SPERIMENTALE***Metodologie statistiche per la meccanica sperimentale. [8 ore]*

Variabile aleatoria continua e discreta, probabilità, funzione di probabilità cumulata e di densità di probabilità; campionature, valori caratteristici di un campione.

Modelli teorici di distribuzione di variabili casuali: distribuzione normale, lognormale, esponenziale, di Weibull.

Inferenza statistica, intervalli di confidenza, rango, carte di probabilità.

Analisi di regressione, misure di correlazione, analisi dei residui e analisi dell'errore.

Analisi della varianza (ANOVA) e progettazione degli esperimenti (DOE).

*Metodologie sperimentali per l'analisi delle deformazioni. [6 ore]*

Estensimetria elettrica a resistenza: principio fisico di funzionamento dell'estensimetro elettrico, collegamenti con ponte di Wheatstone, effetto della temperatura, effetti secondari. Disposizione degli estensimetri nei casi di più comune utilizzo. Trasduttori basati sull'impiego degli estensimetri.

*Metodologie sperimentali per l'analisi del comportamento dinamico. [8 ore]*

Richiami di meccanica delle vibrazioni, funzione di risposta in frequenza, richiami di analisi modale, parametri modali.

Strumentazione per l'analisi sperimentale: accelerometri, celle di carico, vari tipi di eccitazione e problemi di vincolo delle strutture, acquisizione dei segnali, convertitori A/D, problemi di

aliasing e di leakage, coerenza.

Analisi delle funzioni di trasferimento, metodi SDOF, analisi del residuo, metodi MDOF, il metodo di Kennedy e Pancu, ottenimento dei parametri modali e delle forme modali.

**Prove e controlli non distruttivi. [2 ore]**

Ultrasuoni, propagazione delle onde, riflessione. Utilizzo dei metodi ad ultrasuoni per il controllo sulla eventuale presenza ed entità di difetti interni a pezzi meccanici.

**Prove di caratterizzazione meccanica dei materiali [2 ore]**

Strumentazione e prove di laboratorio per la determinazione della tenacità alla frattura, il parametro  $K_{IC}$

## **METALLURGIA MECCANICA**

**Morfologia delle fratture [lezione 14 h; esercitazione in aula 4 h]**

Tipi e morfologie di fratture riscontrate nell'esercizio di componenti ingegneristici: fratture duttili, fragili, per clivaggio, intergranulari, per scorrimento di taglio, per fatica, per scorrimento viscoso a caldo, per corrosione, per idrogeno, per infragilimento da metalli liquidi. Richiami di metallurgia di acciai e leghe leggere. Correlazione fra tipo di frattura, regime tensionale, condizioni ambientali del componente e il materiale impiegato e la sua microstruttura. Richiami di cristallografia. Correlazione fra caratteristiche cristallografiche dei materiali e la loro facilità a deformarsi plasticamente oppure a dare luogo a clivaggio. Modelli fisici di clivaggio (resistenza teorica dei reticoli cristallini, presenza di microdifetti, intersezione di bande di geminati, impilaggio di dislocazioni). Effetto della composizione chimica e della microstruttura del materiale, con particolare enfasi alle dimensioni del grano. Effetto della temperatura di esercizio. Transizione duttile-fragile. Variabili fisiche, microstrutturali e tensionali che influenzano la transizione duttile-fragile. Teoria statistica della frattura fragile. Approccio di Weibull ed effetti di scala. Effetto della microstruttura, dell'incrudimento e della sensibilità alla velocità di deformazione del materiale sulla frattura duttile. Stadi della frattura duttile. Cenni sulla micromeccanica delle inclusioni in mezzi continui (teoria di Eshelby, risultati di simulazioni numeriche). Criteri di nucleazione di microvuoti in corrispondenza delle inclusioni. Modelli di crescita dei microvuoti (Rice & Tracey, Berg & Gurson) e meccanica dei mezzi porosi. Effetti della triassialità del campo delle tensioni. Meccanica delle provette intagliate. Coalescenza dei microvuoti e frattura finale: influenza della microstruttura.

**Meccanica della frattura. [lezione 12 h; esercitazione in aula 4 h]**

Meccanica della frattura lineare elastica. Singolarità del campo tensionale all'apice di una cricca. Fattore d'intensità delle tensioni applicato e tenacità a frattura del materiale. Dipendenza della tenacità a frattura dalla microstruttura. Effetti della plasticità e della propagazione subcritica della cricca. Curve R. Previsioni d'instabilità alla frattura lineare elastica di componenti ingegneristici. Meccanica della frattura elastoplastica. Materiali elastici non lineari e materiali plastici dissipativi. Integrale J. Singolarità del campo tensionale all'apice della cricca in regime elastoplastico, e confronto con il caso lineare elastico. Tenacità a frattura in campo elastoplastico  $J_{IC}$ . Curve J-R e cenni di stabilità alla frattura elastoplastica.

**Stima della criticità dei difetti. [lezione 4 h; esercitazione in aula 4 h]**

Metodo R6 di stima della criticità dei difetti. Frattura fragile e collasso plastico. Interazione fra i due meccanismi. Failure Assessment Diagram. Dati ingegneristici di input per il metodo R6. Valutazione della lunghezza critica del difetto a condizioni di esercizio assegnate, oppure valutazione delle condizioni critiche di esercizio a difetto assegnato. Stima dei margini di sicurezza e di conservatività.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

**Esercitazioni in aula**

1. Analisi di dati campionari per il calcolo dei parametri statistici.
2. Uso delle distribuzioni analitiche

3. Inferenza statistica ed uso delle carte di probabilità.
4. Analisi di regressione e misure di correlazione.
5. Analisi della varianza.
6. Normative ASTM per la determinazione della tenacità a frattura.
7. Calcoli di criticità dei difetti in strutture ingegneristiche.

#### **Esercitazioni in laboratorio**

- 8., 9. Applicazione di estensimetria elettrica a resistenza.
- 10., 11. Analisi del comportamento dinamico di una struttura, analisi della FRF, parametri modali
12. Rilievi con apparecchiatura ad ultrasuoni.
13. Esecuzione di prove di meccanica della frattura.
14. Analisi macroscopica e microfotografica (con microscopia ottica ed elettronica) di componenti strutturali rotti in esercizio.

#### **BIBLIOGRAFIA**

- G. Belingardi, Strumenti statistici per la meccanica sperimentale e l'affidabilità, Levrotto&Bella
- A. Audenino, L. Goglio, M. Rossetto, Metodi sperimentali per la progettazione, Levrotto&Bella
- G. Dieter, Mechanical Metallurgy, MacGraw Hill
- D. François, A. Pineau, A. Zaoui, Comportement mécanique des matériaux, Hermes
- T.L Anderson, Fracture Mechanics, CRC Press.

#### **ESAME**

L'esame consiste in una prova orale in cui verranno anche discusse le relazioni che ciascuno studente dovrà preparare a riguardo delle attività sperimentali svolte in laboratorio.

Lo studente che vuole sostenere l'esame deve iscriversi al medesimo (attraverso la prenotazione telematica o, nel caso di indisponibilità del servizio, presso la segreteria didattica della Facoltà) con almeno tre giorni di anticipo.

Si precisa che l'esame verterà comunque sul programma delle lezioni dell'anno accademico in corso.

Anno: 4,5	Periodo: 2		
Impegno (ore sett.)	lezioni: 4	esercitazioni: 2	laboratorio: 2
Docente:	da nominare		

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso affronta le problematiche riguardanti i dispositivi misti meccanici -elettronici presenti nell'automazione industriale e presenta alcune applicazioni caratteristiche al riguardo. Vengono in particolare analizzati i componenti di sensorizzazione, sia descrivendo le tipologie costruttive e funzionali degli strumenti atti al rilievo delle tipiche grandezze fisiche e meccaniche, sia i componenti di interfaccia e di regolazione della potenza, considerando tipiche attuazioni elettriche, pneumatiche ed idrauliche. In particolare vengono descritte le prestazioni dei componenti proporzionali pneumatici sia di tipo digitale sia di tipo continuo (valvole proporzionali e servovalvole). Vengono infine analizzati tipici schemi di sistemi di controllo della posizione, della velocità..., della forza in servosistemi pneumatici.

## REQUISITI

Meccanica Applicata alle Macchine  
Controlli Automatici / Elettronica Applicata

## PROGRAMMA

- Definizione di sistema meccatronico. Componenti costituenti un sistema meccatronico: attuazione, sensorizzazione, interfacciamento, controllo. Specifiche di progetto e caratteristiche funzionali. Cenni su differenti tipologie di attuazione: elettrica, oleoidraulica e pneumatica. Trasmettitore e interfaccia. [6 ore]
- Scopo, funzione, e requisiti dei trasduttori utilizzati nei sistemi meccanici automatizzati. Struttura funzionale. Caratteristiche statiche: sensibilità, linearità, risoluzione, isteresi. [4 ore]
- Caratteristiche dinamiche: modellazione di un trasduttore come sistema continuo. Modello di un sistema meccanico. Richiami di funzioni di trasferimento e spazio degli stati. Esempi. Sistemi di ordine 0,1,2. Identificazione del sistema nel dominio del tempo e in frequenza. Criteri di scelta dei sensori per macchine automatiche. [6 ore]
- Principi di trasduzione. Trasduttori meccanici, pneumatici, elettrici, ottici, sonici. Trasduttori resistivi, capacitivi, induttivi, laser, effetto Hall, piezoelettrici. [8 ore]
- Trasduttori digitali: encoder e riga ottica. [4 ore]
- Tipologie costruttive di sensori per il rilievo delle grandezze meccaniche: prossimità, spostamento, velocità, forza, coppia, pressione. [4 ore]
- Scopo, funzione e requisiti dei dispositivi di interfaccia nell'attuazione a fluido (oleodinamica e pneumatica). Valvole continue e digitali. Valvole proporzionali e servovalvole. Tipologie costruttive. [4 ore]
- Blocchi funzionali di valvole proporzionali: regolazione, comando, attuazione. Valvole proporzionali in pressione e in portata. Caratteristiche funzionali, ambientali, elettriche, dimensionali, gradi di protezione, caratteristiche statiche e dinamiche. [4 ore]
- Criteri di scelta e di dimensionamento di interfacce in servosistemi a fluido. Modellazione di valvole proporzionali. Applicazioni di sistemi meccatronici con attuazione a fluido. Controlli di forza, di posizione, di pressione. [6 ore]
- Effetto dei disturbi e metodi per eliminarne gli effetti. [4 ore]
- Applicazioni delle tecniche di controllo analogico e digitale nei sistemi meccatronici.

Problematiche di acquisizione di segnali analogici, di conversione A/D e D/A e di comunicazione digitale. [4 ore]

- Esempi di applicazioni industriali di sistemi mecatronici. [2 ore]

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

È previsto lo sviluppo di esercitazioni in supporto agli argomenti sviluppati a lezione. Gli studenti sono suddivisi in squadre, che si alternano nello svolgimento delle esercitazioni sperimentali e numeriche in 13 pomeriggi.

All'esame finale viene presentata da ogni coppia di studenti una relazione sulle attività svolte nelle esercitazioni, in cui sono riportati gli obiettivi, le metodologie, le principali caratteristiche dei componenti usati, i risultati sperimentali acquisiti, i modelli MATLAB, i risultati numerici.

**Esercitazioni Sperimentali:**

Sono svolte esercitazioni sperimentali in cui vengono analizzati e valutati sia singoli componenti di trasduzione, sia sistemi completi di controllo. Nello svolgimento pratico delle esercitazioni sono acquisiti i segnali derivanti dalle prove condotte. Temi: sensore di forza, sensori di posizione resistivi e LVDT, sensori di pressione, dispositivo di controllo pressione in serbatoio, attuatore pneumatico con controllo di posizione, sistema di montaggio e identificazione.

**Esercitazioni Numeriche:**

Sono svolte esercitazioni numeriche presso il LAIB. Nelle prime esercitazioni viene richiamato il linguaggio MATLAB e vengono modellizzati e simulati tipici comportamenti di sistemi meccanici. Vengono nelle esercitazioni successive modellizzati i sistemi provati durante le esercitazioni sperimentali, ne viene simulato il funzionamento e vengono confrontati i rilievi sperimentali e numerici.

## **BIBLIOGRAFIA**

Sorli M., Quaglia G. "*Applicazioni di Meccatronica*", CLUT Torino, 1996.

Documentazione fornita dal docente.

Appunti delle esercitazioni. a cura del docente

E.O.Doebelin "*Measurement systems*" McGraw Hill

## **ESAME**

L'esame viene svolto in forma orale sui contenuti del programma delle lezioni e delle esercitazioni. Viene dato un peso significativo ai contenuti della relazione sulle esercitazioni condotte e alla discussione degli stessi.

Anno: 5	Periodo: 2		
Impegno (ore sett.)	lezioni: 6	esercitazioni: 4	laboratori: 8 (nell'intero periodo)
Docente:	Nicola NERVEGNA		

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire agli allievi le conoscenze di base necessarie per l'utilizzo, la scelta e la progettazione di sistemi e componenti oleodinamici e pneumatici di potenza e regolazione applicati su impianti fissi e mobili (impianti industriali, macchine utensili, veicoli). Partendo da una analisi qualitativa dei sistemi (gruppi di alimentazione e di utilizzazione) tramite l'impiego dei blocchi funzionali si giunge ad uno studio quantitativo e alla successiva conoscenza ed analisi dettagliata dei componenti.

### REQUISITI

Meccanica dei fluidi, Macchine, Controlli automatici.

### PROGRAMMA

*Analisi funzionale dei sistemi oleodinamici. [26 ore]*

Trasformazioni energetiche nei sistemi oleodinamici. Analisi qualitativa: schemi circuitali normati (ISO/UNI). Analisi quantitativa: i modelli matematici. Un traduttore oggettivo: i blocchi funzionali.

Gruppo di alimentazione a portata costante (GAQF). Analisi con i blocchi funzionali, deduzione della caratteristica portata–pressione ( $Q-p$ ) del gruppo all'interfaccia con l'utenza. Variante al GAQF con limitatrice pilotata e distributore di "vent". Soluzioni con valvole modulari a due vie.

Gruppo di alimentazione a portata variabile per valori discreti (GAQVD). Schema a blocchi funzionali nelle varie condizioni di possibile funzionamento. Deduzione della caratteristica. Studio dei rendimenti. Pilotaggio diretto e remoto nella limitatrice di pressione. Variante al GAQVD e riflessi sul rendimento.

Gruppo di alimentazione a portata variabile per valori continui (GAQYC). Pompa a cilindrata variabile con variazione manuale della cilindrata: caratteristica ( $Q-p$ ) in confronto con unità a portata costante.

Gruppo di alimentazione per utenza in circuito chiuso. Schema circuitale e analisi dei componenti: pompa di sovralimentazione, valvola a pendolo, livelli di taratura delle limitatrici di pressione.

Gruppo di alimentazione a pressione fissa vera (GAPFV). Pompa con limitatore assoluto di pressione.

Gruppo di alimentazione a pressione fissa approssimata (GAPFA). Caratteristica verso l'utenza e rendimenti. Schemi circuitali e analisi del funzionamento con riferimento alla valvola di esclusione. Gruppi di alimentazione con utenze multiple. Uscite indipendenti, parallele, confluenti. Circuito di base per lo studio di martinetti a semplice e doppio effetto. Analisi con blocchi funzionali. Caratteristica meccanica. Configurazioni di centro del distributore. Evoluzione del circuito per inversioni di velocità e carico e per la protezione da sovrappressioni e depressioni. Caratteristica meccanica ( $F,v$ ) per carichi resistenti e trascinanti. Impiego di valvole di controbilanciamento (VCB): blocchi funzionali e caratteristiche nel piano ( $p,F$ ) e ( $v-F$ ). Impiego di valvole overcenter (OVC): blocchi funzionali e caratteristiche nel piano ( $p,F$ ) e ( $v-F$ ). Analisi dinamica e problemi di ottimizzazione. Regolazione della velocità.

Circuito rigenerativo con martinetto differenziale. Il principio della rigenerazione. Schema cir-

cuitale e sua semplificazione. Studio con i blocchi funzionali e deduzione della caratteristica meccanica dell'attuatore lineare.

Collegamenti multipli tra attuatori lineari tramite valvole di controllo della direzione a 6 bocche: parallelo, *tandem*, serie. Vincoli operativi.

Analisi delle priorità: valvola di sequenza; valvola di priorità.

Circuito per martinetto differenziale con selezione automatica della fase rigenerativa. Blocchi funzionali e piani caratteristici ( $p,F$ ) e ( $v,F$ ). Analisi del rendimento.

I controlli direzionali compensati. Sistema di riferimento con controllo non compensato. Piano energetico e di controllabilità. Primo e secondo controllo compensato con pompa a cilindrata variabile e 8 cilindrata fissa.

La distribuzione controllata. Schema multiutenza *load-sensing* (LS) senza e con compensazione locale. Riflessioni relative alla taratura dei compensatori locali in relazione alla taratura del limitatore differenziale della pompa LS. Analisi energetiche e di controllabilità.

Circuiti per sequenze, circuiti di sincronismo. Il divisore di flusso; il martinetto dosatore.

Gruppi di utilizzazione con attuatori rotativi: motori idraulici a cilindrata fissa e variabile; dispositivi e controlli della variazione di cilindrata. Caratteristica meccanica. Motore a cilindrata variabile con azionamento manuale e ad un verso di flusso. Caratteristica meccanica. Motore con limitatore assoluto di pressione: blocchi funzionali e caratteristica nel piano ( $Q,p$ ). Collegamenti multipli per motori idraulici. Gruppi trasformatori, con elementi ad albero comune: ad una bocca ed a due bocche verso l'utenza analogia funzionale al divisore di flusso; considerazioni energetiche e blocchi funzionali. Banco prova rigenerativo: principio applicativo e blocchi funzionali.

Servosistemi: principi relativi ai servosistemi. Retroazione meccanica di posizione: idrocopiatore. Retroazione volumetrica - meccanica di posizione: idroguida; studio delle sezioni costruttive del distributore rotante e del motore/pompa orbitale. Soluzioni reattive, non reattive e *load-sensing*.

#### **Fluidi utilizzati e componenti collegati. [6 ore]**

Il fluido di lavoro: ideale e reale, scopi e specifiche.

Classificazione ISO: viscosità dinamica e cinematica, viscosimetri. Diagramma viscosità cinematica - temperatura. Equazione di stato linearizzata. Comprimità e modulo di comprimità. Comprimità equivalente del sistema contenitore - fluido - aria separata. Modulo di comprimità di tubo in parte sottile.

La contaminazione del fluido, insorgenza e natura del contaminante, la filtrazione: prova ISO *Multipass*, rapporto di filtrazione. Potere assoluto di filtrazione. Normativa.

Il condizionamento termico del fluido. Bilancio termico e valutazione della potenza persa.

I conduttori del fluido: rigidi e flessibili. Velocità di propagazione delle piccole perturbazioni. Studio delle portate di fuga in meati laminari. Materiali e funzionamento di guarnizioni e tenute.

#### **Componenti di controllo. [18 ore]**

Valvole di controllo della direzione. Classificazione. Distributori a posizionamento discreto e continuo. Studio delle configurazioni di centro. Definizione di ricoprimento, matrice dei ricoprimenti, ricoprimento dinamico. Equilibramento radiale dei cassettei. Trattazione delle forze di flusso: contributo azionario e dinamico. Rendimento in pressione ed in portata di un distributore a posizionamento discreto. Distributori a potenziamento continuo, geometria, azionamento, caratteristiche.

Valvole proporzionali e servovalvole. Azionamento con manipolatore. Azionamento elettrico con il *torque-motor*. Confronto tra specifiche e prestazioni di valvole proporzionali e servovalvole. Funzionamento nella soluzione a *flapper* e a *jet pipe*. Servovalvole a più stadi. Modello matematico di distributore con cassetto a posizionamento continuo.

Valvole di controllo della pressione. Limitatrice a comando diretto. Valvola limitatrice di pressione con stadio pilota. Valvola riduttrice di pressione a comando diretto. Confronto tra soluzioni dirette e pilotate.

Valvole regolatrici di portata. Strozziatore semplice, regolatori di portata a due e a tre vie. Caratteristiche stazionarie.

#### **Organi operatori e motori. [14 ore]**

Pompe volumetriche. Caratteristiche ideali, analisi della portata e della coppia istantanea. Irregolarità di portata. *Ripple* di pressione. Studio delle caratteristiche reali. Rendimento idraulico, meccanico, volumetrico. Modelli teorici e semi-empirici di rendimento: modello di Wilson. Modelli di perdita di portata e di doppia Classificazione delle pompe. Variazione della cilindrata. Compensazione dei giochi ed equilibramento radiale.

Accumulatori di fluido. Classificazione ed impiego. Dimensionamento adiabatico e isoterma con approssimazione a gas perfetto.

Motori oleodinamici. Tempo di accelerazione e gradiente di potenza. Classificazione dei motori. Caratteristiche.

Attuatori lineari. Analisi del rendimento e modello di perdita per attrito. *Stick-slip*.

#### **Analisi funzionale dei sistemi pneumatici. Componenti pneumatici. Oleopneumatica. [8 ore]**

Gruppo di generazione a pressione costante. Cenni sui compressori. Dimensionamento del serbatoio. Separatori di condensa e lubrificatori.

Gruppi di utilizzazione pneumatici. Comandi fondamentali di martinetti e motori. Applicazioni dei pilotaggi. Calcolo delle prestazioni dei ritardi in riempimento e scarico. Richiami sulle caratteristiche degli ugelli in funzionamento critico e subcritico. Caratteristiche stazionarie di valvola riduttrice di pressione. Analisi dinamica di un martinetto con strozzatori all'ammissione e allo scarico. Analisi grafica del funzionamento stazionario. Cenni sulla risposta a variazioni di carico.

Analisi dei motori pneumatici. Studio del ciclo di lavoro e calcolo della massa d'aria per ciclo. Descrizione dei componenti reali. Reversibilità. Classificazione e caratteristiche delle regolazioni.

Schemi costruttivi di componenti pneumatici. Circuiti oleopneumatici. Principi di controllo della velocità e della posizione. Scambiatore di pressione. Moltiplicatore di pressione. Cilindro oleopneumatico. Schemi circuitali. Presse oleopneumatiche e metodi realizzativi del principio del consenso bimanuale.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

(Cfr. il programma delle lezioni) [40 ore]

Normativa ISO/UNI sui simboli grafici.

Circuito oleodinamico elementare: calcolo della potenza assorbita, costruzione dei diagrammi ( $p, F$ ) e ( $v, F$ ).

Studio del primo circuito della centralina didattica di laboratorio.

Confronto tra attuatori collegati in serie e in parallelo.

Regolazione in velocità dei martinetti.

Effetto di moltiplicazione della pressione in un martinetto differenziale.

Studio del secondo e terzo circuito della centralina didattica.

Gruppo di alimentazione a pressione fissa approssimata: *a*) con pressostato e limitatrice di pressione, *b*) con valvola di scarico (descrizione e funzionamento).

Regolazione in velocità del motore oleodinamico.

Banco freno.

Sistemi *load-sensing* (LS): esempio di applicazione e caso del carrello elevatore.

Studio del circuito LS, risparmio energetico, controllo in velocità degli attuatori.

Descrizione e funzionamento della pompa a stantuffi radiali con controllo LS e valvola di priorità. Saturazione.

Introduzione alle trasmissioni idrostatiche (TI). Confronto delle TI a circuito aperto e a circuito chiuso. TI a coppia e a potenza costante. Progetto di TI: selezione e configurazione. TI a pressione determinata.

Controllo automatico e di velocità.

Trasmissione Denison in circuito chiuso: descrizione e funzionamento.

Esempi di valvole di regolazione della pressione e della portata.

Valvole di sequenza, di scarico, di riduzione della pressione, di non ritorno.

Divisore/ricombinatore di flusso, valvola limitatrice di pressione proporzionale, valvola di controbilanciamento, valvole regolatrici di portata a 2 e 3 vie, pompa ad ingranaggi esterni.

L'attività di laboratorio verterà su:

Centralina didattica. Rilievo delle prestazioni di circuiti oleodinamici. Controllo della velocità di rotazione di motori a cilindrata fissa mediante strozzatore variabile o regolatore di portata.

Banco prova distributori proporzionali ed idroguida *load-sensing*.

Smontaggio ed esame critico di particolari costruttivi di componenti oleodinamici presenti nel banco *load-sensing* (distributore proporzionale PVG60, valvola di priorità, idroguida LS, pompa VPA 40 LS a pistoni radiali).

Smontaggio ed esame critico di particolari costruttivi di componenti oleodinamici (valvole Abex, Denison, Hagglunds e Fluid Controls di pressione e di portata, motori orbitali, a pistoni assiali, a palette, pompe ad ingranaggi esterni).

Rilievo delle caratteristiche stazionarie e dinamiche di servovalvole elettroidrauliche.

## **BIBLIOGRAFIA**

*Testo di riferimento:*

*Oleodinamica e pneumatica*, appunti di supporto al corso, predisposti dal docente, aggiornati e riveduti ogni anno e con circolazione limitata agli allievi.

*Testi ausiliari per approfondimenti:*

Vengono segnalati di anno in anno nel testo di riferimento.

## **ESAME**

Orale, sugli argomenti svolti e proposti a lezione, esercitazione in aula e nelle esperienze di laboratorio

Anno: 5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezioni: 4

esercitazioni: 4

laboratori: 2

Docente:

**Giovanni BELINGARDI** (collab.: **Roberto VADORI**)**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di fornire agli allievi le conoscenze di base necessarie per la verifica ed il progetto strutturale in campo meccanico. Tale scopo viene perseguito trattando in dettaglio i metodi di calcolo e di verifica, con particolare riguardo ai metodi numerici attualmente più diffusi nella pratica professionale. Agli allievi sono inoltre fornite nozioni teoriche più generali, che permettono di sviluppare quella maturità tecnica necessaria in ambienti in dinamica evoluzione e fortemente innovativi, e nozioni di carattere più applicativo, che permettono di calare con la dovuta sicurezza la teoria nella pratica professionale.

**REQUISITI**

Per frequentare il corso con profitto lo studente deve aver appreso ed assimilato i contenuti degli insegnamenti di Meccanica Applicata alle Macchine, Scienza delle Costruzioni, Costruzione di Macchine. Non è tuttavia richiesto il superamento formale del relativo esame.

**PROGRAMMA****Calcolo strutturale statico [16 ore]***Dischi rotanti*

impostazione delle equazioni di equilibrio e congruenza, soluzione generale della equazione differenziale risolvibile, calcolo dello stato di tensione e di deformazione;

disco a spessore costante: carico centrifugo, carico termico, forzamenti;

problema inverso: il disco di uniforme resistenza;

dischi di profilo qualsiasi: il metodo di Grammel;

effetto dei fori sullo stato di tensione nei dischi rotanti.

*Tubi e recipienti in pressione*

impostazione delle equazioni di equilibrio e congruenza, soluzione generale della equazione differenziale risolvibile, calcolo dello stato di tensione e di deformazione;

effetto delle pressioni interne ed esterne, carico termico;

effetti di bordo.

*Piastre inflesse e gusci*

piastre rettangolari: equazioni di equilibrio e di congruenza, soluzione generale della equazione differenziale risolvibile; varie condizioni di vincolo sui bordi; calcolo della configurazione deformata; calcolo dei momenti flettenti.

piastre circolari: equazioni di equilibrio e di congruenza, soluzione generale della equazione differenziale risolvibile; varie condizioni di vincolo sui bordi; calcolo della configurazione deformata; calcolo dei momenti flettenti.

gusci assialsimmetrici, accoppiamento fra le azioni membranali e quelle flessionali, fondi toro-sferici.

**Comportamento dinamico delle strutture [20 ore]***sistemi discreti a molti gradi di libertà*

equazioni di equilibrio dinamico, analisi modale, trasformata modale, ricostruzione modale

*sistemi continui*

equazioni di equilibrio dinamico, analisi modale, trasformata modale, ricostruzione modale

aste, travi, piastre

### *metodi di soluzione*

metodo di Stodola; metodo della forma modale imposta; matrici di trasferimento: metodo di Holtzer, metodo di Myklestad-Prohl; metodo degli elementi finiti (cenni); integrazione al passo delle equazioni del moto (cenni)

### *dinamica delle macchine rotanti, velocità critiche flessionali*

rotore di Jeffcot; momenti giroscopici; diagramma di Campbell; effetto dello smorzamento viscoso e strutturale; sistemi a più gradi di libertà; scrittura matriciale delle equazioni differenziali; applicazione dei metodi di soluzione per la ricerca delle velocità critiche.

### *dinamica delle macchine alternative*

analisi del meccanismo biella-manovella (richiami), determinazione del volano equivalente, determinazione delle rigidzze torsionali equivalenti, momenti eccitatori dovuti all'azione dei gas e alle inerzie, diagramma di Campbell, funzionamento in risonanza.

### *progettazione affidabilistica [8 ore]*

affidabilità: definizione, tasso di guasto, curva a vasca da bagno; uso della distribuzione di Weibull; affidabilità dei sistemi meccanici in serie e in parallelo; comportamento a fatica, cumulativo di sollecitazione, danno e danneggiamento cumulativo.

### *ottimizzazione strutturale [4 ore]*

impostazione del problema; ottimizzazione parametrica e di forma; metodi per la ricerca della configurazione ottimale; metodi agli elementi finiti

### *Concurrent engineering, progettazione simultanea [4 ore]*

simulazione delle operazioni di formatura e simulazione della missione operativa; formatura di materiali metallici: imbutitura, estrusione, forgiatura a freddo e a caldo, colata di getti fusi, saldatura, ecc.; formatura di materiali plastici: termoformatura, stampaggio, iniezione, ecc.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

### *In aula*

1. Esercizi sul calcolo delle tensioni in dischi rotanti a spessore costante.
2. Esercizi sul calcolo delle tensioni in dischi rotanti a spessore qualsiasi, applicazione del metodo di Grammel.
3. Esercizi sul calcolo delle tensioni in recipienti cilindrici in pressione.
4. Esercizi sul calcolo di piastre rettangolari e circolari inflesse.
- 5., 6. Esercizi sulla dinamica dei sistemi a parametri concentrati
7. Esercizi sulla dinamica dei sistemi continui
- 8., 9. Esercizi sul comportamento dinamico delle macchine rotanti; velocità critiche flessionali.
10. Esercizi sul comportamento dinamico delle macchine alternative
11. Esercizi sulla progettazione affidabilistica dei sistemi meccanici.
12. Esercizi sulla ottimizzazione strutturale.

### *In Laboratorio CAD-CAE*

13. Eserc. di laboratorio sull'ottimizzazione strutturale.
14. Eserc. di laboratorio sul concurrent engineering.

## **BIBLIOGRAFIA**

- G. Genta, Calcolo di resistenza degli organi rotanti e dei recipienti cilindrici, Levrotto&Bella  
G. Genta, Vibrazioni delle strutture e delle macchine, Levrotto&Bella  
G. Belingardi, Il metodo degli elementi finiti nella progettazione meccanica, Levrotto&Bella  
S. Timoshenko, Plates and shells, McGraw-Hill  
A.D.S. Carter, Mechanical reliability, MacMillan  
R.T.Haftka, Z.Gurdal, Elements of structural optimization, Kluwer Academic Publisher



Anno: 4,5

Periodo: 2

Impegno (ore totali)

lezione: 50

esercitazione/laboratorio: 50

Docente:

**Aurelio SOMÀ****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso ha lo scopo di fornire i fondamenti teorici del metodo degli elementi finiti, con particolare riguardo all'analisi strutturale statica e dinamica in campo lineare elastico. Saranno illustrate le principali tecniche di programmazione e l'organizzazione dei programmi di calcolo più comunemente utilizzati; particolare enfasi verrà data all'uso di processori grafici interattivi ed all'interpretazione dei risultati.

**REQUISITI**

Per frequentare il corso con profitto lo studente deve aver appreso ed assimilato i contenuti degli insegnamenti di Scienza delle costruzioni, Disegno meccanico, Costruzione di macchine.

**PROGRAMMA**

Struttura di un *computer*; *software* di base, compilatori; *software* di calcolo scientifico. Proprietà delle matrici, algebra matriciale. Principi fondamentale del metodo agli elementi finiti. Funzione di forma. Matrice di rigidezza e sue proprietà. Elementi molla. Elementi *truss*. Matrice di trasformazione delle coordinate. Triangolarizzazione della matrice di rigidezza e metodo di Gauss. Solutori a banda e frontali. Carichi nodali equivalenti. Matrice costitutiva del materiale.

Metodi variazionali per la definizione della matrice di rigidezza. Matrice di rigidezza dell'elemento *truss* ricavata con il metodo dei lavori virtuali. Elementi trave a due dimensioni. Vettore dei carichi nodali nel caso dei carichi ripartiti. Elementi trave a tre dimensioni; contributo del taglio, contributo della torsione assiale. Spostamenti imposti. Cerniere e condensazione statica. Equazioni di legame.

Elementi a due dimensioni. Stato piano di tensione. Stato piano di deformazione. Coordinate generalizzate. Coordinate naturali. Elementi isoparametrici. Jacobiano e sue applicazioni nelle operazioni di derivazione e integrazione. Metodi di integrazione numerica; formule di quadratura di Newton-Cotes; metodo di Gauss-Legendre; punti di integrazione.

Elementi triangolari a 3 e 6 nodi. Elementi quadrangolari a 4 e 8 nodi. Elementi con nodo intermedio non ben posizionato. Principali tipi di esaedro e tetraedro. Metodologie di modellazione. Criteri di convergenza. Elementi compatibili. Elementi completi.

Elementi assialsimmetrici. Elementi a guscio sottile. *Shell* di Kirchoff. *Shell* di Mindlin. Il *locking*. Lastre curve. Effetti di membrana e di flessione. La rigidezza torsionale nella piastra piana.

Involucri assialsimmetrici sottili. Utilizzo di elementi a diversa funzione di forma e differenti gradi di libertà. Considerazioni sulla densità della *mesh*. Esempi di *adaptive mesh refinement*. Errori di valutazione delle tensioni. Esempi e considerazioni sulle discontinuità nei valori delle tensioni.

Concetti fondamentali di analisi dinamica. Vibrazioni libere e smorzate. Vibrazioni forzate. Formule fondamentali per i sistemi ad un grado di libertà. Fattore di amplificazione e risonanza. Matrici in analisi dinamica. Matrici di massa "consistenti" e "concentrate". Analisi modale. *Guyan reduction*. *Subspace iteration*.

Analisi transitoria dinamica. Sovrapposizione modale. Il fattore di partecipazione modale. Metodi di integrazione diretta; metodi impliciti ed espliciti. Il metodo di Houbolt. Il metodo di Newmark; metodo di Wilson-*teta*. Analisi della stabilità e della precisione dei metodi di integra-

zione diretta. Operatori di approssimazione e di carico. Limite di stabilità. Applicazione ai metodi delle differenze centrali, di Houbolt, Wilson-*teta*, Newmark.

Problemi di propagazione delle onde di tensione. Analisi di risposta armonica. Spettri di risposta. Analisi strutturale non lineare: generalità.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Come parte integrante del corso sono previste esercitazioni pratiche al calcolatore sui principali argomenti svolti a lezione. Le esercitazioni saranno svolte raggruppando gli studenti in squadre. Ciascuna squadra dovrà preparare una relazione contenente la risoluzione dettagliata dei problemi proposti. La firma di frequenza è subordinata alla partecipazione attiva alle esercitazioni.

Richiami di calcolo matriciale. Soluzione di sistemi lineari. Metodo di Gauss. Proprietà delle matrici. Soluzione del problema agli autovalori. Esercizi sull'elemento asta. Esercizi di calcolo matriciale di strutture; struttura formata da travi; carichi concentrati e distribuiti. Assemblaggio della matrice di rigidezza tramite le condizioni di equilibrio e congruenza. Introduzione al codice agli elementi finiti ANSYS. Comandi principali.

L'attività di laboratori consiste in:

Soluzione di esercizi di travature reticolari con ANSYS. Diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione.

Modello di una struttura per gru a bandiera. Soluzione del modello di gru e analisi dei risultati. Schematizzazione di una mensola incastrata con elementi isoparametrici a 4 nodi. Studio della convergenza rispetto alla soluzione analitica di Saint Venant in funzione del numero di nodi del modello. Analisi della convergenza con elementi isoparametrici a 3, 4, 6 nodi. Confronto dei risultati.

Modello di una mensola incastrata con intagli di diversa geometria. Effetto d'intaglio; valutazione del fattore di intensificazione delle tensioni con il programma ANSYS e confronto con i valori teorici.

Costruzione di un modello di un dente di ruota dentata. Modellazione parametrica basata sul criterio di proporzionamento modulare. Selezione del tipo di elemento per simulare un dente di ingranaggio. Miglioramento della *mesh*; condizioni al contorno e vincoli di simmetria. Soluzione del modello del dente di ingranaggio. Confronto dei risultati con la teoria approssimata di Lewis.

## **BIBLIOGRAFIA**

U. Barberis, *Appunti* del corso.

M. M. Gola, A. Gugliotta, *Introduzione al calcolo strutturale sistematico*, Levrotto & Bella, Torino.

R.D. Cook, *Concepts and applications of finite element analysis*, Wiley.

K.J. Bathe, E.L. Wilson, *Numerical methods in finite element analysis*, Prentice Hall.

## **ESAME**

L'esame consiste in una prova scritta seguita da una prova orale. Per accedere alla prova orale è necessario superare la prova scritta con un punteggio di almeno 15/30. La prova scritta, sostenuta senza l'ausilio di libri o appunti, consiste in esercizi sugli argomenti illustrati a lezione o durante le esercitazioni. Se il voto della prova scritta è inferiore a 25/30 (escluso) l'allievo potrà trasformarlo direttamente in voto definitivo previa una verifica orale sul contenuto delle esercitazioni e del progetto svolti durante l'anno. Per voti uguali o maggiori a 25/30 è d'obbligo, oltre alla verifica delle esercitazioni e del progetto, anche una prova orale sugli argomenti illustrati a lezione. L'allievo che lo desidera può comunque sostenere la prova orale. I risultati della prova scritta e dell'eventuale prova orale verranno mediati. Per la partecipazione all'esame è necessario presentare le relazioni relative alle esercitazioni ed al progetto.

Anno: 5	Periodo: 1		
Impegno (ore sett.)	lezione: 8	esercitazione:	laboratorio:
Docente:	da nominare		

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso ha l'obiettivo di:

- ® fornire agli studenti un inquadramento generale dei problemi di gestione della produzione industriale, dei principali metodi operativi e delle applicazioni software commerciali;
- ® sviluppare la capacità di impostare e risolvere problemi di gestione delle scorte e della produzione mediante l'utilizzo di modelli matematici.

Dopo aver descritto i problemi della gestione della produzione nel contesto aziendale e nei diversi scenari produttivi, il corso presenta alcuni indispensabili metodi quantitativi e, quindi, gli argomenti classici della gestione delle scorte e della produzione. Per ciascun argomento, oltre ai metodi risolutivi, si evidenziano i limiti ed i criteri che ne consentono un corretto utilizzo nei diversi ambienti produttivi.

### REQUISITI

È indispensabile una conoscenza minima di probabilità e statistica (teoria della stima, test parametrici e regressione lineare monovariata).

### PROGRAMMA

Le lezioni teoriche e le esercitazioni in aula sono strettamente integrate tra loro. Tali esercitazioni hanno come oggetto la soluzione di semplici problemi numerici e l'impostazione di modelli misti-interi di programmazione matematica.

Il programma dettagliato del corso è descritto di seguito. Per ogni sezione sono presentate le ore di lezione e di esercitazione in aula, gli argomenti trattati ed i riferimenti bibliografici, in ordine decrescente di rilevanza (l'asterisco indica i riferimenti considerati necessari). Si raccomanda vivamente agli studenti di utilizzare tale materiale durante il proprio studio personale.

#### *Cenni introduttivi (8h)*

La gestione della produzione e la sua collocazione all'interno dell'impresa manifatturiera. Definizione dei problemi di pianificazione, schedulazione e controllo. Cenni storici sulla disciplina. Terminologia e classificazione dei diversi ambienti produttivi (la matrice volume-varietà di Hayes e Wheelwright, produzione XTX, le dinamiche innovative secondo il modello di Abernathy-Utterback). Il problema informativo nella gestione della produzione. Il processo di formulazione della strategia di produzione.

*Riferimenti:* \* Schmenner 89, (capp. 7 e 15), \* Silver *et al.* 98 (capp.1-3), \* Brandimarte e Villa 95a (cap.1).

#### *Metodi quantitativi (8 h)*

Richiami di probabilità e statistica (teoria della stima, test parametrici e regressione lineare monovariata). Modelli di programmazione matematica nella produzione industriale (problemi lineari, interi e misti-interi). Il metodo del semplice. Problemi duali ed analisi di sensitività. Metodi Branch and Bound. Cenni su euristiche di ricerca locale (simulated annealing, algoritmi genetici e tabu search). Struttura e utilizzo di pacchetti software di ottimizzazione.

*Riferimenti:* \* Minoux 86 (capp.2 e 7), \* McClain *et al.* 92 (App. C), Brandimarte e Villa 95b (App. C).

#### *Metodi previsionali (4 h).*

Previsioni di serie storiche a breve termine (media mobile, exponential smoothing, metodo di Winter). Stima dell'incertezza di previsione. Cenni su previsioni a lungo termine (regressione

lineare, modelli di diffusione di Mansfield e di Bass).

Riferimenti: \* Silver *et al.* 98 (cap. 4), McClain *et al.* 92 (cap. 7).

#### **Gestione delle scorte e pianificazione aggregata (36 h)**

Gestione delle scorte per domanda indipendente: classificazione ABC e inquadramento dei problemi di gestione, modelli per sistemi continuous review con domanda deterministica costante (EOQ, EMQ e loro varianti) e variabile (algoritmo di Wagner-Whitin, euristiche di Silver-Meal e Part-period balancing), e con domanda probabilistica (criteri di dimensionamento delle scorte di sicurezza, modelli Newsboy per prodotti con vita limitata); sistemi periodic review; cenni su modelli per sistemi multi-livello.

Riferimenti: \* Silver *et al.* 98 (capp.5-7, parti dei capp.10-12), \* Brandimarte e Villa 95a (cap.2), McClain *et al.* 92 (cap. 8), Graves *et al.* 93 (cap. 1).

Pianificazione aggregata della produzione: metodo grafico, sviluppo di modelli MILP di lot-sizing, derivazione di regole operative.

Riferimenti: \* Brandimarte e Villa 95b (cap. 3), \* Silver *et al.* 98 (cap. 14), McClain *et al.* 92 (cap. 9), Graves *et al.* 93 (cap. 7).

Controllo delle scorte per domanda dipendente: architettura e funzionalità dei sistemi MRP e MRP II (il record MRP, pianificazione della capacità con RCCP e CRP, lot sizing, demand management, controllo avanzamento produzione). Cenni sui sistemi ERP.

Riferimenti: \* Silver *et al.* 98 (cap.15), \* Brandimarte e Villa 95a (cap. 3), McClain *et al.* 92 (cap. 10), Graves *et al.* 93 (cap. 11).

#### **5) Schedulazione e metodi Just in Time (20 h)**

Schedulazione: formulazione standard dei problemi di schedulazione, soluzioni esatte per macchina singola e per semplici flow-shop, schedulazione di job-shop con regole di priorità, schedulazione ciclica.

Riferimenti: \* Silver *et al.* 98 (cap.17), \* Brandimarte e Villa 95a (cap. 4), Pinedo 92 (capp. 2-7), McClain *et al.* 92 (cap. 11)

Just in Time: i principi del Just-in-Time, il metodo Kanban, production smoothing con il metodo Toyota, riduzione dei tempi di setup.

Riferimenti: \* Silver *et al.* 98 (cap.16), \* Brandimarte e Villa 95a (cap. 5), McClain *et al.* 92 (cap. 12), Graves *et al.* (cap. 12).

#### **6) Cenni conclusivi (8 h)**

Job design, tempi e metodi, assembly line balancing.

Riferimenti: \* McClain *et al.* 92 (cap. 5).

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni in laboratorio sono strutturate in modo da presentare agli studenti problemi relativi a casi di studio realistici, da impostare e risolvere mediante l'utilizzo di fogli di calcolo (Excel) o di applicativi *software* di ottimizzazione (shareware ad uso didattico, LINGO). Per ogni esercitazione è richiesta la stesura di una breve relazione riassuntiva, da consegnare al docente nel momento in cui si sostiene l'esame. I temi delle esercitazioni di laboratorio sono i seguenti:

- 1) analisi e ottimizzazione del mix produttivo di un'azienda, analisi di sensitività e sua interpretazione,
- 2) ottimizzazione dei flussi dei materiali e dell'impiego dei mezzi su una rete di trasporto, analisi di sensitività e sua interpretazione,
- 3) conduzione di previsioni di breve termine con metodi di exponential smoothing,
- 4) impostazione di previsioni a lungo termine con regressione lineare e con modelli di diffusione,
- 5) pianificazione aggregata dell'approvvigionamento delle materie prime e della produzione mediante modelli MILP. Analisi e discussione dei risultati, valutazione di proposte di innovazione sugli impianti.

## BIBLIOGRAFIA

- Brandimarte P., Villa A., *Gestione della produzione industriale*, UTET, Torino, 1995a.
- Brandimarte P., Villa A., *Advanced Models for Manufacturing Systems Management*, CRC Press, Boca Raton, 1995b.
- Graves S.C., Rinnooy Kan A.H.G., Zipkin P.H. (eds.), *Logistics of production and inventory*, North Holland, Amsterdam, 1993.
- McClain J.O., Thomas J.L., Mazzola J., *Operations management: production of goods and services*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1992.
- Minoux M., *Mathematical programming: theory and algorithms*, Wiley, Chichester, 1986.
- Pinedo M., *Scheduling: theory, algorithms and systems*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1992.
- Schmenner R., *Produzione*, Il Sole 24 Ore edizioni, Milano, 1989.
- Silver E.A., Pyke D.F., Peterson R., *Inventory management and production planning and scheduling*, III ed., Wiley, New York, 1998.

## ESAME

L'esame consiste in una prova pratica ed in una prova teorica, da sostenersi durante lo stesso appello (generalmente nello stesso giorno). È necessario prenotarsi per l'esame secondo le modalità stabilite dalla Segreteria Studenti.

La prova pratica consiste nella soluzione di due esercizi numerici su argomenti tratti dalle sezioni 3)-6) del programma sopra presentato e nell'impostazione di un modello MILP di lot-sizing. Durante la prova pratica gli studenti sono liberi di utilizzare materiale di supporto (appunti, libri di testo). All'ora stabilita per la consegna dell'elaborato gli studenti sono liberi di ritirarsi, evitando quindi di risultare partecipanti all'appello, o di consegnare l'elaborato insieme allo statino, indicando così la loro intenzione di partecipare all'esame. Le prove risultate insufficienti saranno registrate, con le conseguenze previste dal Manifesto degli Studi.

Alla prova teorica si può accedere avendo ottenuto un punteggio di almeno 16/30 nella prova pratica. La prova teorica consiste nel rispondere a tre domande su argomenti tratti dall'intero programma del corso. Tale prova è generalmente svolta per iscritto, senza l'ausilio di materiale di supporto. Il docente si riserva la facoltà di far svolgere tale prova oralmente.

Anno: 3

Periodo: 1

Impegno (ore totali)

lezione: 60      esercitazione: 40

Docente:

**Giorgio ZAVARISE** (Collab.: **Mauro BORRI BRUNETTO**)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso tratta i temi di base della meccanica dei solidi elastici, partendo dalla definizione dei concetti di azione, vincolo, elemento strutturale, tensione e deformazione. Vengono quindi presentate le equazioni di equilibrio, di congruenza e del legame costitutivo. Queste nozioni consentono di affrontare in modo organico la classificazione delle strutture, la ricerca di eventuali labilità e la determinazione delle sollecitazioni nelle strutture isostatiche. Viene quindi svolto lo studio del solido elastico tridimensionale e la particolarizzazione ai corpi monodimensionali mediante la teoria di Saint Venant. La conoscenza del legame azioni-spostamenti permette quindi di affrontare lo studio delle strutture iperstatiche mediante l'impiego di vari metodi, quali il metodo delle forze e quello degli spostamenti. Infine viene trattato il problema della resistenza dei materiali, e dell'instabilità dell'equilibrio secondo la formulazione di Eulero. L'impostazione generale per la trattazione degli argomenti è orientata all'impiego di metodi di calcolo automatico delle strutture.

### **REQUISITI**

Analisi matematica 1 e 2, Fisica 1, Meccanica razionale.

### **PROGRAMMA**

- Richiami di statica e geometria delle aree.
- Cinematica dei sistemi di travi: Vincoli piani; isostaticità, iperstaticità e labilità delle strutture; studio algebrico; studio grafico dei sistemi ad un grado di labilità.
- Sistemi di travi isostatici: Determinazione delle reazioni vincolari con impiego di metodi grafici, delle equazioni cardinali della statica e del Principio dei Lavori Virtuali; definizione delle sollecitazioni interne e tracciamento dei relativi diagrammi; schemi strutturali per archi a tre cerniere, travi Gerber, travature reticolari, strutture chiuse.
- Analisi della deformazione: Tensore delle deformazioni; dilatazioni e scorrimenti; trasformazione delle componenti di deformazione con l'orientamento; direzioni principali di deformazione; dilatazione volumetrica; condizioni di congruenza.
- Analisi della tensione: Tensore di tensione; sforzi normali e di taglio; trasformazione delle componenti di tensione con l'orientamento; direzioni principali di tensione; tensori idrostatico e deviatorico; cerchi di Mohr; stato tensionale piano; equazioni indefinite di equilibrio; equazioni di equivalenza al contorno; Principio dei Lavori Virtuali.
- Legge costitutiva elastica: Elasticità lineare; isotropia; omogeneità; potenziale elastico; costanti elastiche; teoremi di Kirchhoff, Clapeyron e Betti.
- Resistenza dei materiali: Materiali duttili e fragili; diagrammi tensione - deformazione; energia di frattura; criterio di Tresca; criterio di von Mises.
- Teoria di Saint Venant: Ipotesi fondamentali; sforzo normale; flessione retta; sforzo normale eccentrico; flessione deviata; torsione in sezioni circolari, generiche, sottili aperte e chiuse; taglio; equazione differenziale della linea elastica.
- Sistemi di travi iperstatici: Simmetria e anti-simmetria; metodo delle forze; metodo degli spostamenti; distorsioni termiche; travi continue; telai a nodi fissi; telai a nodi spostabili; Principio dei Lavori Virtuali; teorema di Castigliano; teorema di Menabrea.

Fenomeni di collasso strutturale: Instabilità dell'equilibrio con la trattazione di Eulero; collasso plastico; cenni di meccanica della frattura.

## BIBLIOGRAFIA

Carpinteri, Scienza delle costruzioni, Pitagora, Bologna, 1997.

Carpinteri, Temi d'esame, Pitagora, Bologna, 1993.

## ESAME

L'esame prevede una prova scritta e una prova orale. Il compito scritto è composto di esercizi articolati in più quesiti (una struttura isostatica, una struttura iperstatica, una verifica di resistenza) Per lo svolgimento del compito non è permessa la consultazione di testi e appunti. La prova orale verte sull'intero programma, compresi eventuali argomenti trattati nelle prove scritte.

Anno: 5

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione: 6

esercitazione/laboratorio: 4

Docente:

**Claudio DONGIOVANNI**

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso intende fornire gli strumenti necessari per affrontare la problematica delle misure sperimentali e di monitoraggio sulle macchine. Nella prima parte del corso vengono esaminate le misure delle grandezze termofluidodinamiche (pressione, temperatura, portata, velocità, ...) e di quelle connesse alle prestazioni delle macchine (coppia, potenza, consumi, ...) illustrando le tecniche ed i principi di funzionamento dei più importanti dispositivi di misura. Nella seconda parte del corso lo studente è chiamato a progettare, realizzare e testare dei semplici dispositivi di misura, avvalendosi delle sue conoscenze nel campo della meccanica e delle semplici nozioni di elettronica applicata acquisite durante il corso.

### **REQUISITI**

Macchine I, Macchine II, Fisica Tecnica, Meccanica Applicata, Elettrotecnica, Meccanica dei Fluidi.

### **PROGRAMMA**

*Unità e sistemi di misura.*

*La misura.*

Errori di misura. Caratteristiche di uno strumento di misura.

*Statistica*

Misure ripetute. Distribuzione statistica degli errori sperimentali. Stima del valore vero in base al dato singolo e in base alla media del campione. Analisi ed elaborazione dei dati sperimentali: Selezione dei dati mediante il criterio di Chauvenét. Propagazione degli errori nelle misure indirette. Metodi di interpolazione.

*Sistemi fisici e sollecitazioni elementari*

Sistemi di ordine zero, del primo e del secondo ordine.

*Nozioni di elettronica applicata*

Diagramma di Bode. Accoppiamenti di impedenza tra circuiti elettrici. Amplificatori operazionali. Principali schemi applicativi di amplificatori operazionali. Ponte di Wheastone in condizioni di equilibrio e squilibrio. Filtri attivi e passivi.

Principio di funzionamento dell'oscilloscopio e degli strumenti digitali. Trattamento e trasmissione del segnale. Cenni sui sistemi di acquisizione dei dati.

*Misure di pressione*

*Manometro a tubo di Bourdon, a capsula ed a membrana. Manometri a dislivello di liquido.*

*Trasduttori di pressione.*

*Misure di temperatura*

Termometri a dilatazione di liquido, a lamina bimetallica, a gas e a vapore. Termocoppie, termoresistenze e termistori. Pirometri ottici.

*Misure di portata di fluidi*

Misuratori a sezione fissa ed a sezione variabile. Misuratori volumetrici ed a turbinetta.

Misuratori termici, ad ultrasuoni ed induttivi.

*Misure di velocità di correnti fluide*

Principi dell'anemometria laser ed a filo caldo.

*Misure di deformazione e grandezze fisiche correlate*

Estensimetri.

Misure di coppia, velocità angolare e potenza meccanica.

### **Misure di inquinamento**

Misura di CO, HC, NOx, O e di particolato solido. Banchi di misura degli inquinanti per motori a combustione interna.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Gli argomenti trattati durante le esercitazioni in aula saranno finalizzati alla comprensione delle tematiche statistiche connesse all'elaborazione dei dati sperimentali ed alla realizzazione di semplici modelli matematici di vari dispositivi di misura.

In laboratorio verranno utilizzati oscilloscopi, generatori di funzione, voltmetri digitali e sistemi di acquisizione dati.

Durante il corso verrà proposta allo studente la progettazione e realizzazione di semplici dispositivi di misura quali, ad esempio, la misura di pressione mediante trasduttori, la misura di temperatura, la misura di velocità angolare, la misura di portata istantanea e di portata media misurata da sistemi di iniezioni ad alte pressioni.

## **BIBLIOGRAFIA**

Holman - Experimental Methods for Engineers - Ed. McGraw Hill.

Minelli - Misure Meccaniche - Ed. Pàtron, Bologna.

Testi ausiliari

Doebelin - Measurement Systems - Ed. McGraw Hill.

Beekwith, Buck - Mechanical Measurements - Ed. Addison-Wesley, Londra.

Benedict - Fundamentals of Pressure, Temperature and Flow Measurements - Ed. Wiley & Sons.

Worthing, Geffner - Elaborazione dei dati sperimentali - Ed. Ambrosiana, Milano.

Automotive Handbook - Bosch GmbH.

## **ESAME**

L'esame consiste in una prova orale sugli argomenti trattati a lezione, ad esercitazione e nelle esperienze di laboratorio.

Anno: 4,5

Periodo: 2

Docente:

**Gian Vincenzo FRACASTORO, Marco PERINO**

(Dipartimento di Energetica)

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

La qualità dell'ambiente, inteso sia come spazio esterno e sia come spazio confinato (abitazioni, luoghi di lavoro, locali pubblici ecc.), è oggetto di grande attenzione da parte del mondo scientifico-professionale e dalla società in generale, come testimonia fra l'altro dal grande sviluppo della legislazione in materia.

Il corso si rivolge agli allievi ingegneri che intendano acquisire le conoscenze di base e gli strumenti operativi per poter affrontare problemi quali il controllo ed il monitoraggio delle emissioni inquinanti, la climatizzazione, la ventilazione degli edifici civili ed industriali, il controllo del rumore.

Il corso è suddiviso in due parti: la prima concernente i requisiti dell'ambiente interno, la seconda relativa agli impianti per il benessere ed al controllo dell'ambiente esterno.

### **REQUISITI**

Fondamenti di matematica. Elementi di fisica e chimica. Fisica Tecnica.

### **PROGRAMMA**

#### **I MODULO**

Benessere termoigrometrico in ambienti moderati. Flussi termici scambiati tra il corpo e l'ambiente. Definizioni di met e di clo. Temperatura media radiante e temperatura operativa. Diagrammi di comfort e di discomfort. Equazione del comfort. Voto medio previsto (PMV) e percentuale media di insoddisfatti. Stress termico in ambienti severi.

#### **II MODULO**

Qualità dell'aria interna. Definizioni e generalità. Fonti di inquinamento indoor. Effetti degli inquinanti. Impianto generale di estrazione: bilancio di massa sull'ambiente nel caso ideale di perfetta miscelazione. Portata di ventilazione necessaria per non superare un certo TLV. Efficienza di ventilazione: casi ideali di perfetta miscelazione e di perfetta dislocazione. Qualità dell'aria percepita secondo la teoria di Fanger. Ambiente di lavoro: definizione dei livelli massimi ammissibili di inquinamento per i diversi tipi di inquinanti.

#### **III MODULO**

Calcolo carichi termici invernali degli edifici secondo la norma UNI 7357. Temperature interne ed esterne di progetto. Disperdimenti verso il suolo. Ponti termici. Calcolo del flusso disperso. Calcolo di Cd e Cv. Gradi giorno e valori limite per i Cd. Calcolo del fabbisogno di energia secondo la norma UNI 10344. La legge 10 ed il DPR. 412. Il Fabbisogno Energetico Normalizzato (FEN). Parametri climatici esterni. Calcolo del carico termico estivo. Ombre portate. Equazioni di bilancio termoigrometrico di un ambiente. Metodo risolutivo semplificato delle funzioni di trasferimento periodiche. Metodo dei fattori di accumulo. Calore sensibile e calore latente.

#### **IV MODULO**

Acustica: richiami di acustica fisica e fisiologica. Fonoassorbimento e fonoisolamento. Effetti

del rumore sull'uomo. Metodi teorici e sperimentali per la valutazione del rumore in ambiente confinato e in campo libero. Rumore da traffico su strada e rotaia, rumore nei centri abitativi: normativa. Riferimenti legislativi. Interventi di bonifica ambientale. Silenziatori attivi e passivi.. Protezione dal rumore negli ambienti di lavoro: metodologie di intervento sul rumore alla fonte e sull'ambiente; mezzi individuali di protezione.

#### V MODULO

Tipologie di impianti di riscaldamento. Impianti ad acqua: tipi, criteri di scelta e regolazione. Impianti a pannelli radianti. Caratteristiche dei componenti. Componenti per la sicurezza ed il controllo. Cenni di dimensionamento.

#### VI MODULO

Impianti di climatizzazione: a sola aria, a sola acqua, misti; condizionatori autonomi. Caratteristiche componenti, criteri di scelta. Recuperatori termici, dispositivi di regolazione degli impianti. Torri evaporative: tipi, utilizzo del pacco di riempimento, scelta. Cenni di dimensionamento.

#### VII MODULO

Classificazione delle reti e tipologie costruttive. Cenni sul dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi. Velocità nelle tubazioni. Bilanciamento degli impianti. Filtri e filtrazione dell'aria.

#### VIII MODULO

Impianti di estrazione locali: cappe. Velocità di cattura, portata richiesta. Bilanciamento dell'impianto di estrazione. Impianti di ventilazione generali: tipologie, criteri di scelta.

#### IX MODULO

Ambiente esterno - Atmosfera. Definizione di inquinamento atmosferico. Terminologia. Inquinamento outdoor: classificazioni degli inquinanti. Standards di qualità dell'aria. Particolato: sorgenti, effetti, standards vigenti. Misure sul particolato. Depurazione a secco ed a umido. Abbattimento di vapori e gas: apparecchi ad assorbimento. Ossidi di zolfo: sorgenti, effetti, standards vigenti, metodi di monitoraggio. Ossidi di azoto; fenomeno delle piogge acide; composti organici del carbonio. Ossidanti fotochimici e loro effetti; composti inorganici del carbonio: ciclo di trasformazione della CO<sub>2</sub>, effetto serra. CO; cloro e fluoro. Radioattività, odori.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni in aula consistono in elaborazioni di calcolo relative agli argomenti sviluppati a lezione.

Vengono inoltre svolti i seguenti laboratori sperimentali:

- analisi del microclima interno
- qualità dell'aria e indici di ventilazione
- rumore
- Filtri
- Visita ad impianti di climatizzazione

### **BIBLIOGRAFIA**

Appunti e documentazione varia.

#### **Moduli 1-4**

G. Alfano, F. D'Ambrosio, F. De' Rossi, Fondamenti di benessere termoisometrico, CUEN, Napoli.

- G. Alfano, M. Filippi, E. Sacchi, Impianti di climatizzazione per l'edilizia, Masson.  
 G. Moncada Lo Giudice, M. Coppi, Benessere Termico e Qualità dell'Aria Interna, MASSON.  
 E. Bettanini, P.F. Brunello, Lezioni di Impianti Tecnici, vol I e II  
 A. Cavallini, Il controllo del rumore negli impianti di climatizzazione, aermec  
**Moduli 5-8**  
 Appunti e documentazione varia.  
 A. Monte, Impianti Industriali, vol. I e II  
 E. Bettanini, P.F. Brunello, Lezioni di Impianti Tecnici, vol I e II  
 G. Moncada Lo Giudice, L. De Santoli, Progettazione di Impianti Tecnici, MASSON  
 G. Alfano, M. Filippi, E. Sacchi, Impianti di climatizzazione per l'edilizia, Masson.  
 G. Moncada Lo Giudice, M. Coppi, Benessere Termico e Qualità dell'Aria Interna, MASSON.

## ESAME

L'esame consisterà in una discussione sul lavoro di esercitazione eseguito, accompagnata da richiesta di approfondimento teorico di alcuni argomenti così come sviluppati a lezione.

Anno: 2	Periodo: 2		
Impegno (ore totali)	lezioni: 70	esercitazioni: 19	laboratori: 20
Docenti:	<b>Monica FERRARIS, Carlo ANTONIONE</b>		

**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso intende fornire agli allievi ingegneri meccanici le conoscenze di base sulle varie classi di materiali (metallici, polimerici, ceramici) e sulle loro proprietà (in particolare le proprietà meccaniche e termiche).

**COURSE INTRODUCTION**

The aim of the course is to provide the basic knowledge on materials (metals, polymers, ceramics) and on their properties (particularly mechanical and thermal). An Open Laboratory is available for experimental activity on materials and their properties.

**REQUISITI**

Chimica, Fisica I, Fisica II, Analisi Matematica I

**PROGRAMMA****I MODULO: STRUTTURA DEI MATERIALI E LORO PROPRIETÀ**

Impegno (ore)      lezione: 20      esercitazione: 5      laboratorio/attività assistite: 5

Generalità sui materiali metallici, ceramici, vetrosi, polimerici e compositi. Richiami alla loro struttura e al tipo di legame. Struttura cristallina, monocristalli e policristalli, difetti reticolari. Struttura amorfa, viscosità. Proprietà meccaniche. Proprietà termiche. Tecniche di giunzione dei materiali. (TMCA)

Relazioni struttura proprietà dei materiali. Diagrammi di stato. Costituzione delle fasi nelle leghe: soluzioni solide e intermetallici. (TMM)

**II MODULO: MATERIALI CERAMICI TRADIZIONALI, INNOVATIVI, VETRI, COMPOSITI, POLIMERI. (TMCA)**

Impegno (ore)      lezione: 23      esercitazione: 9      laboratorio/attività assistite: 8

Ceramici tradizionali, refrattari, vetri, ceramici innovativi, materiali compositi. Sinterizzazione. Loro proprietà, utilizzi, preparazione

Vetri Polimeri e Compositi: proprietà, utilizzi, preparazione.

Acque, Combustibili: Trattamenti delle acque per usi industriali. Generalità sui combustibili. Lubrificanti.

**III MODULO: METALLI E LEGHE. (TMM)**

Impegno (ore)      lezione: 27      esercitazione: 5      laboratorio/attività assistite: 7

Generalità su metalli e leghe, loro proprietà e preparazione. Deformazione plastica e difetti reticolari. Acciai. Leghe ferrose e non ferrose. Trattamenti termici degli acciai. Corrosione e protezione dei materiali metallici. Compositi a matrice metallica. Sviluppi recenti dei materiali metallici.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI (TMCA/TMM)**

È a disposizione degli studenti un apposito laboratorio didattico nel quale svolgere personalmente esercitazioni assistite sui materiali e sulle loro proprietà. (le ore sono state conteggiate nel programma come didattica assistita e possono variare a seconda delle esigenze dello studente, poichè il laboratorio opera con modalità "open" ed è a disposizione circa 20 ore settimanali)

Verranno effettuati esercizi numerici sulle prove meccaniche, termiche e sulle combustioni. (le ore sono state conteggiate nel programma). Sono previste due visite ad industrie o a centri di ricerca.

## **BIBLIOGRAFIA**

Appunti presi a lezione.

(testi consigliati, da consultare per le parti relative al corso)

Manuale dei Materiali per l'Ingegneria- AIMAT- Ed. McGraw-Hill (in consultazione presso la Biblioteca di Vercelli)

Scienza e Tecnologia dei Materiali- W.F.Smith - Ed. McGraw-Hill (in consultazione presso la Biblioteca di Vercelli)

Metallurgia e Tecnologia dei Materiali Metallici - A.Burdese, Ed. UTET, Torino

Metallurgia-W.Nicodemi- Ed.Masson, Milano

Chimica Applicata- C.Brisi-Ed. Levrotto & Bella, Torino

## **ESAME**

L'esame è orale, basato su 3-4 domande, una delle quali può essere un esercizio numerico del tipo svolto durante le esercitazioni.

A scelta dello studente, una delle domande può essere fatta su di un argomento concordato sul quale lo studente presenti una breve tesina scritta.

Anno: 4                      Periodo: 2  
Impegno (ore sett.)    lezioni: 4                      esercitazioni: 4                      laboratori: 2  
Docente:                      **Franco LOMBARDI** (collab.: **Marco G. CANTAMESSA**)

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso sviluppa e completa le nozioni impartite nell'insegnamento di Disegno di macchine /Tecnologia meccanica e approfondisce i principi basilari delle tecnologie di lavorazione più diffuse nell'industria meccanica, affrontando problematiche di progettazione e verifica dei processi.

### **REQUISITI**

Analisi matematica I e II, Fisica I, Disegno tecnico industriale, Scienza delle costruzioni, Fisica tecnica, Disegno di macchine/Tecnologia meccanica.

### **PROGRAMMA**

*Lavorazioni da fonderia.* Getti in forme transitorie. Getti in forme permanenti

*Lavorazioni per deformazione plastica.* Forgiatura, ricalcatura e stampaggio. Laminazione. Trafilatura ed estrusione. Lavorazioni sulle lamiere: tranciatura, piegatura, imbutitura.

*Lavorazioni per asportazione di truciolo.* Formazione del truciolo e meccanismi di usura degli utensili. Modello di Taylor; tempi e costi di produzione. Limatura e piallatura, tornitura, foratura, fresatura, alesatura, brocciatura. Macchine a controllo numerico e modalità di lavoro.

*Lavorazioni per abrasione.* Rettifica, lappatura, sabbiatura.

*Lavorazioni non convenzionali.* Elettroerosione, sinterizzazione delle polveri.

*Saldatura e assemblaggio.*

*Lavorazioni di materie plastiche.*

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Illustrazione mediante esempi ed esercizi degli argomenti trattati a lezione.

### **BIBLIOGRAFIA**

*Testo di riferimento:*

S. Kalpakjian, *Manufacturing processes for engineering materials*, Addison Wesley.

*Testi ausiliari:*

F. Giusti, M. Santochi, *Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione*, Ed. Ambrosiana, Milano.

Fotocopie e appunti del docente.

### **ESAME**

Una prova scritta e una prova orale.

## ATTUALIZZAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire le nozioni di base, indispensabili allo sviluppo di un progetto di ingegneria, relativi alla scelta, alla caratterizzazione e all'uso di materiali ed alle proprietà meccaniche dei materiali. Vengono inoltre presentati i metodi di calcolo necessari per valutare il comportamento in elementi strutturali semplici, durante l'uso normale, per sistemi di trasmissione.

## PRIMA PARTE

Proprietà di elasticità

Legge di Hooke, relazioni costitutive per materiali anisotropi, relazioni costitutive per materiali anisotropi, equazioni di equilibrio, deformazione del cristallo, deformazione plastica, componenti normal e tangenziali, direzione principale, stato di stress per la sollecitazione, stati di deformazione, dilatazioni e scontramenti, deformazioni principali, stato di stress per deformazioni. Relazioni costitutive e deformazione plastica.

Il comportamento elastico dei materiali

Proprietà elastiche caratteristiche dei materiali, comportamento elastico. Tensioni ideali, stato di stress per materiali dotti e fragili. Grado di anisotropia.

Le Frontiere geometriche delle zone

Stressi virtuali, bilanciamento, momenti d'inerzia e momenti d'inerzia principali d'inerzia.

Il sottile di Saint Venant

Distribuzione ipotesi, caratteristiche di sollecitazione nelle sezioni, limiti di validità. Comportamento tensionale, moto della sezione e distribuzione delle tensioni. Comportamento flessionale, moto della sezione e distribuzione delle tensioni. Comportamento torsionale, moto della sezione, distribuzione delle tensioni per sezioni circolari, soluzioni approssimate per sezioni a parete sottile, taglio, assialmente delle tensioni per sezioni a parete sottile, centri di taglio, Tensioni ideali e cerchi di Mohr per gli stati di tensione del solido di Saint Venant.

Le Applicazioni delle soluzioni per il sottile di Saint Venant a strutture di interesse meccanico

Determinazione delle caratteristiche di sollecitazione e costruzione dei loro diagrammi. Equazione della linea elastica, ciclo di spostamenti e rotazioni per elementi inflessi. Calcoli sulle strutture iperstatiche, calcolo delle reazioni incognite mediante equazioni di elasticità.

Il Principio di fisica

Principio di fisica, diagrammi di Mohr, principali fattori influenzanti le linee. Diagrammi di Caquot-Saint Venant, coefficienti di sicurezza. Determinazione della resistenza a trazione. Metodo dei casi. Individuazione del limite di fisica mediante prova con macchina di flessione rotante. Il Calcolo di elementi ricettivi delle macchine.

Distribuzione e calcolo degli accoppiamenti scartati secondo normativa UNI. Modelli di accoppiamento a innalzamento. Calcolo di linguette a chiave secondo normativa UNI. Calcoli e durata dei cremagliere. Collegamento amovibile mediante vite, tipi di filettatura, caratteristiche, smozzico. Calcoli a resistenza e diagrammi di forzamento. Collegamenti saldati, caratteristiche delle resine, descrizione dei vari metodi di saldatura.

## BIBLIOGRAFIA

Struttura fisica, dispense a cura del docente.

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI INGEGNERIA ENERGETICA (DIPLOMA UNIVERSITARIO)

Anno: 2  
Docente:

Periodo: 1  
Aurelio SOMÀ

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso ha lo scopo di fornire le nozioni di base necessarie alla comprensione dei problemi di verifica degli organi delle macchine, definendo i parametri che descrivono gli sforzi applicati e la resistenza dei materiali. Vengono inoltre presentati i metodi di calcolo necessari per valutare gli stati di sollecitazione in elementi strutturali semplici, localizzando l'attenzione sui casi di interesse meccanico.

### **PROGRAMMA**

#### **1) Richiami di statica**

Forze, momenti, risultanti, equivalenza di sistemi di forze. Tipi di vincoli, grado di iperstaticità. Distacco del corpo libero, equazioni di equilibrio, determinazione delle reazioni.

#### **2) Cenni di meccanica del continuo**

Stato di tensione: componenti normali e tangenziali, direzioni principali, cerchi di Mohr per le tensioni. Stato di deformazione: dilatazioni e scorrimenti, direzioni principali, cerchi di Mohr per le deformazioni. Relazione tra tensioni e deformazioni, elasticità.

#### **3) Cedimento statico dei materiali**

Prova di trazione: caratteristiche determinabili, comportamento fragile e duttile. Tensioni ideali: ipotesi per materiali duttili e fragili. Grado di sicurezza.

#### **4) Proprietà geometriche delle aree**

Momenti statici, baricentro, momenti d'inerzia e centrifugo, assi principali d'inerzia.

#### **5) Solido di Saint Venant**

Definizione: ipotesi, caratteristiche di sollecitazione nelle sezioni, limiti di validità. Comportamento estensionale: moto della sezione e distribuzione delle tensioni. Comportamento flessionale: moto della sezione e distribuzione delle tensioni. Comportamento torsionale: moto della sezione, distribuzione delle tensioni per sezioni circolari; soluzioni approssimate per sezioni a parete sottile. Taglio: andamento delle tensioni per sezioni a parete sottile, centro di taglio. Tensioni ideali e cerchi di Mohr per gli stati di tensione del solido di Saint Venant.

#### **6) Applicazione delle soluzioni per il solido di Saint Venant a strutture di interesse meccanico**

Determinazione delle caratteristiche di sollecitazione e costruzione dei loro diagrammi. Equazione della linea elastica: calcolo di spostamenti e rotazioni per elementi inflessi. Cenni sulle strutture iperstatiche: calcolo delle reazioni incognite mediante equazioni di elasticità.

#### **7) Prove di fatica**

provini unificati; diagramma di Wohler; principali fattori influenzanti la fatica. Diagramma di Goodman-Smith; coefficiente di sicurezza. Determinazione della resistenza a termine. Metodo S<sub>tai</sub> case. Individuazione del limite di fatica mediante prova con macchina di flessione rotante

#### **8) Calcolo di elementi costruttivi delle macchine**

Descrizione e calcolo degli accoppiamenti scanalati secondo normativa UNI. Modalità di accoppiamento albero mozzo. Calcolo di linguette e chiavette secondo normativa UNI. Calcolo a durata dei cuscinetti. Collegamento smontabile mediante viti; tipi di filettatura; momento di serraggio. Calcoli a resistenza e diagramma di forzamento. Collegamenti saldati, applicazione delle normative, descrizione dei vari metodi di saldatura.

### **BIBLIOGRAFIA**

Saranno fornite dispense a cura del docente.

Anno: 3	Periodo: 2	
Impegno (ore sett.)	lezione: 6	esercitazione o laboratorio: 2
Docente:	da nominare	

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Scopo del corso è fornire agli allievi conoscenze per verificare la corrispondenza delle prestazioni degli impianti energetici alle specifiche dichiarate e di sceglierne eventualmente la tipologia più adatta per un determinato impiego sotto diversi profili: economico, tecnico o ambientale. Sono inoltre fornite nozioni e metodologie per la diagnosi e l'individuazione di malfunzionamenti negli impianti energetici costituiti da motori alternativi o da turbine.

### REQUISITI

Termodinamica e Fondamenti di Energetica, Trasmissione del Calore e Fluidodinamica, Sistemi Energetici, Macchine, Misure Meccaniche e Termiche, Analisi e Modelli dei Sistemi Energetici.

### PROGRAMMA

Motori alternativi a combustione interna: classificazione dei motori alternativi; espressione della potenza. Prestazioni: coppia, potenza, consumi specifici. Struttura e accessori del motore Diesel. Pompa di iniezione e turbina a gas per la sovralimentazione. Sistema di alimentazione del combustibile per motori Diesel. Dimostrazione di un programma di diagnostica per motori Diesel.

Dispositivi per il collaudo dei motori alternativi: freni dinamometrici; misure di coppia, di velocità angolare e di consumo di combustibile. Misura della pressione nel cilindro; misura delle emissioni regolamentate.

Normative inerenti al collaudo dei motori alternativi: influenza delle condizioni ambiente sulle prestazioni; normative inerenti alle emissioni.

Concetto di qualità e controlli statistici: "Failure Mode Effect Analysis" (FMEA); esempio di compilazione dei moduli. Analisi delle modalità di guasto e commento di una FMEA relativa ad un componente di motore. Tecnica del "problem solving".

Risparmio energetico: concetti sull'uso razionale dell'energia. Studi di fattibilità tecnica-ambientale-economica per le proposte d'investimenti. Criteri di gestione dei sistemi energetici con particolare riferimento a: efficienza energetica, bilanci economici, fiscalità.

Impianti energetici per la produzione di energia, con particolare riferimento all'impiego delle turbine a gas. Cenni sugli impianti utilizzatori di energia in attività industriali e del terziario.

Impatto ambientale: concetti di impatto ambientale su acqua, aria e suolo. Ricerca e studio della tipologia del sistema energetico atto al minor impatto ambientale per unità prodotta.

Check-up programmati sul sistema energetico durante il suo funzionamento, per la verifica dei dati di progetto. Cenni sul "Bilancio Ambientale Annuale". Collaudo, diagnostica e ricerca dei guasti. Metodologie di collaudo. Concetti di diagnostica rivolti al monitoraggio dei dati di funzionamento per l'ottimizzazione tecnica, manutentiva ed economica. Gestione delle emergenze.

Contratti CMC (Comprehensive Maintenance Contract).

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

È previsto lo svolgimento di una tesina su aspetti tecnici ed economici di un impianto per la cogenerazione.

Per quanto concerne le prove di laboratorio, saranno svolte prove al banco su motori alternativi e turbina a gas presso i laboratori del Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino, con

particolare riferimento alle problematiche di regolazione della potenza.  
Sono inoltre previste visite guidate presso laboratori ed impianti di aziende esterne.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Testi di riferimento**

Materiale distribuito in aula dal docente e dai collaboratori esterni.

### **Testi ausiliari**

Minelli – Misure Meccaniche – Ed. Patron, Bologna.

Holman – Experimental Methods for Engineers – Ed. Mc Graw Hill.

G. Cornetti – Macchine Termiche 2 - Ed. Capitello.

## **ESAME**

L'esame consiste in una prova orale su argomenti trattati a lezione o ad esercitazione (in aula o laboratorio); due accertamenti durante il semestre permettono il superamento dell'esame.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni e i laboratori sono finalizzati all'acquisizione di competenze tecniche e metodologiche, alla comprensione dei principi di funzionamento dei sistemi energetici e alla progettazione di soluzioni tecniche. Le esercitazioni e i laboratori sono finalizzati all'acquisizione di competenze tecniche e metodologiche, alla comprensione dei principi di funzionamento dei sistemi energetici e alla progettazione di soluzioni tecniche. Le esercitazioni e i laboratori sono finalizzati all'acquisizione di competenze tecniche e metodologiche, alla comprensione dei principi di funzionamento dei sistemi energetici e alla progettazione di soluzioni tecniche.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Testi di riferimento**

Wolfgang Fischer: Economia

Il futuro dell'energia, Ed. Scipione

La competitività dell'economia "Eco-21 ore", Ed. "Eco-21 ore"

Jean Meyer Serge Laumic: Il controllo budgetario

Giuseppe Pedicelli: "Economiche e direzioni dell'energia", Ed. G. Ciappioli

Anno: 3

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione: 2

esercitazione: 4

Docente:

**Maurizio ORLANDO****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso fornisce nozioni di Disegno Tecnico e addestra all'uso di un CAD 2D. Vengono inoltre descritte le principali tecnologie di lavorazione.

**PROGRAMMA**

Quotatura. Tolleranze lineari e accoppiamenti. Calcolo di giochi ed interferenze. Cenni sul GD&T.

Materiali metallici unificati e relativa designazione a norma.

Rappresentazione di: collegamenti filettati, chiavette, linguette, scanalati, saldature, chiodature, molle, cuscinetti a rotolamento, ingranaggi.

Descrizione e dimostrazione di un CAD 2D.

Le principali lavorazioni per deformazione e per asportazione di truciolo. Macchine utensili di tipo tradizionale e semiautomatiche. Cicli di lavorazione di pezzi semplici. La correlazione tra ciclo di lavorazione e quotatura. Cenni sulle macchine utensili CNC.

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Realizzazione a mano libera e con mezzi CAD di schizzi di semplici particolari meccanici, quotati e tollerati a norma. Stesura del ciclo di lavorazione di alcuni dei particolari disegnati.

**BIBLIOGRAFIA**

Dispense di supporto fornite del docente.

**ESAME**

Una prova scritta e una prova orale. Possibilità di accertamenti parzialmente o totalmente liberi in corso d'anno.

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Il presente lo svolgimento di una prova su aspetti tecnici ed economici di un impianto per cogenerazione.

Per quanto concerne le prove di laboratorio, saranno svolte prove al banco su sistemi alternativi a turbina a gas presso i laboratori del Dipartimento di Energetica del Politecnico di Torino.

Anno: 2  
Docente:

Periodo: 2  
**Pier Angelo CHIARA**

### **PROGRAMMA**

Elementi di macroeconomia: analisi della contabilità nazionale (il prodotto interno lordo, le risorse e gli impieghi); le imposte; la regolamentazione del monopolio naturale.

Elementi di microeconomia: forme di mercato; economia di scala; concentrazione.

Processi di diversificazione ed internazionalizzazione dei grandi gruppi energetici.

Elementi di economia dell'energia:

- riferimenti storico-politici attuali ed evoluzione della struttura mondiale delle fonti di energia;
- la questione energetica (precarietà ed esauribilità delle fonti, benessere ed impatto ambientale);
- fabbisogno energetico e fonti primarie di energia (struttura del fabbisogno; aspetti evolutivi, attuali e previsionali).

Le public utilities dell'energia elettrica e del gas:

- analogie;
- regolamentazione della forma di mercato e della forma d'impresa;
- sistemi tariffari e regime fiscale;
- i settori dei servizi elettrici e del gas;
- la regolamentazione tecnica (normative UNI-CIG per il settore gas e CEI per il settore elettrico).

Il controllo di gestione e la pianificazione:

- il piano-budget economico e degli investimenti;
- il piano-budget patrimoniale e finanziario;
- scelte degli investimenti redditizi.

L'Azienda: generalità, organizzazione, con riferimenti legislativi per l'esercizio di attività industriali (collegamento con la questione ambientale).

Aspetti organizzativi caratteristici delle public utilities dell'energia elettrica e del gas (lettura e fatturazione dei consumi; la logistica; la qualità di servizio e la "carta del servizio"; il bilancio ambientale).

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Analisi delle tabelle statistiche dei consumi energetici; calcolo delle tariffe da applicare all'utenza civile per il settore gas; confronto economico-commerciale tra energie disponibili sul mercato; analisi delle tabelle tariffarie per l'energia elettrica; valutazioni tecnico-economiche relative alle scelte per l'utilizzazione dell'energia nel settore civile; valutazioni tecnico-economiche di massima per il settore elettrico; valutazione del tasso di redditività TIR per un investimento; valutazione dei costi logistici e scelta di outsourcing; valutazione dell'indice rotazione dei materiali; il rapporto sulla qualità di servizio; proiezioni relative a grandi lavori nel settore elettrico e del gas; osservatorio guidato da pagine di "Il sole-24 ore" sulla liberalizzazione e privatizzazione nel settore dell'energia, e aspetti significativi per l'energia.

### **BIBLIOGRAFIA**

*Libro di testo:*

Dornbush Fisher: Economia

Silvestri: IL futuro dell'energia, Ed. Boringhieri

Le cento parole dell'economia "Il sole-24 ore", Ed. "Il sole-24 ore"

Jean Meyer Serge Launois: Il controllo budgettario

Giorgio Pellicelli: "Economia e direzione delle imprese", Ed. G. Giappichelli

Anno: 3

Periodo: 1

Docente:

da nominare

**PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso fornisce gli elementi di diritto costituzionale e di diritto penale necessari per la comprensione della materia della sicurezza, igiene sul lavoro e diritto ambientale. Vengono poi esaminate le norme generali del diritto della sicurezza e dell'ambiente, e le disposizioni specifiche riguardanti le materie in oggetto (norme di prevenzione; infortuni; malattie professionali; inquinamento del suolo, dell'acqua e dell'aria).

**PROGRAMMA**

- Fonti del diritto ed organizzazione costituzionale dello Stato;
- Elementi di diritto penale: principi generali; il reato; elemento oggettivo (condotta, evento, nesso causale); elemento soggettivo (dolo, colpa, preterintenzione); la pena; le sanzioni sostitutive;
- Istituti processuali: patteggiamento; oblazione; cenni al procedimento penale;
- L'igiene e la sicurezza del lavoro: principi generali; la normativa di prevenzione;
- L'infortunio;
- La malattia professionale;
- La materia ambientale: principi generali;
- Normativa in materia di inquinamento del suolo;
- Normativa in materia di inquinamento idrico;
- Normativa in materia di inquinamento atmosferico;

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Esame di provvedimenti emessi dagli enti di controllo, quali verbali di ispezione in materia di sicurezza ed igiene sul lavoro; verbali di prelievo ed analisi di rifiuto o di reflui liquidi.

Esame di provvedimenti del processo penale: decreto di citazione a giudizio; sentenza.

Studio di casi concreti di procedimenti per infortunio, malattia professionale, violazioni in materia di rifiuti o scarico delle acque, con l'ausilio di alcuni atti processuali (decreto di citazione a giudizio; verbali; sentenze).

**BIBLIOGRAFIA**

Dispense a cura del docente.

**ESAME**

Una prova orale finale, eventualmente preceduta da una o più prove di apprendimento parziali, anche liberatorie.

Anno: 3	Periodo: 2	
Impegno (ore totali)	lezione/esercitazione: 40	laboratorio: 16
	accertamenti: 4	
Docente:	<b>Giovanni GHIONE</b>	

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso mira a fornire una introduzione alle tematiche dell'elettronica applicata sia analogica sia digitale, e a familiarizzare gli studenti con la strumentazione elettronica e la realizzazione di alcuni circuiti semplici ma di chiara finalità applicativa.

### **REQUISITI**

Elettrotecnica

### **PROGRAMMA**

Richiami di teoria dei circuiti: bipoli, due porte, relazioni costitutive di resistori, condensatori, induttori. Principi di Kirchhoff. Partitori di tensione e corrente. Circuiti equivalenti serie e parallelo. Spettro di un segnale elettrico. Celle passa alto e passa basso. Risposta di celle RC, LC, RL. Unità logaritmiche. Panoramica sui dispositivi a semiconduttore: diodi, transistori.

Alimentatori. Raddrizzatore a ponte di diodi. Raddrizzatore a mezz'onda. Stabilizzazione di raddrizzatori mediante diodi Zener. Stabilizzazione attraverso integrati. Alimentatori stabilizzati monofase e trifase. Conversione AC-DC. Conversione DC-AC: inverter. Conversione DC-DC: converter.

L'amplificatore operazionale. Circuiti con operazionali. Amplificatori invertenti. Amplificatori non invertenti. Integratori. Derivatori. Circuiti astabili. Comparatori di soglia.

Richiami di elettronica digitale. Discretizzazione del segnale e errore di discretizzazione. Conversione analogico-digitale. Conversione digitale-analogica. Interfacciamento digitale: gli standard HPIB, RS232, RS432, SCSI.

Sensori. Sensori di temperatura integrati. Sensori di pressione. Cenni ad altri sensori. Interfacciamento di sensori con strumentazione digitale o analogica: trasduttori.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

#### **Esercitazioni**

Sono previste esercitazioni numeriche sugli argomenti svolti a lezione

#### **Laboratori**

Sono previsti quattro laboratori sperimentali:

1. Realizzazione e misura di celle passabasso e passaalto
2. Realizzazione e misura di un alimentatore a ponte di diodi stabilizzato mediante integrato
3. Realizzazione e misura di un amplificatore e di un generatore di forma d'onda mediante operazionale
4. Realizzazione e misura di un sensore di temperatura

### **BIBLIOGRAFIA**

Appunti del corso (disponibili presso la Biblioteca Centrale della II Facoltà di Ingegneria)

V.Perri, B.Santorelli, Elettronica integrata, analogica e elementi di digitale, Italtibri

J.Millman, A.Gabel, Microelettronica Ulteriori riferimenti bibliografici:

T.E.Kissell, Industrial Electronics, Prentice Hall

T.L.Floyd, Electronic Devices, Merril

Anno: 2

Periodo: 1

Docente:

non pervenuto

**PROGRAMMA****Reti resistive in regime temporale qualsiasi**

Grandezze elettriche: tensione, corrente, potenza. Leggi di Kirchhoff. Bipoli elettrici. Relazioni costitutive. Resistore ideale. Generatori ideali di tensione e di corrente. Connessioni in serie e in parallelo. Trasformazioni stella-triangolo. Partitori di tensione e di corrente. Metodi particolari per la risoluzione di una rete con un solo generatore. Metodi di calcolo per reti con più di un generatore. Principio di sostituzione. Teorema di Thevenin. Teorema di Norton. Teorema di Millmann. Teorema di sovrapposizione degli effetti. Metodo dei nodi. Potenza disponibile. Cenni sui generatori pilotati. Resistori non lineari.

**Reti in regime sinusoidale e trifase**

Fasori. Relazioni costitutive. Bipoli inerti: impedenza (resistenza, reattanza), ammettenza (conduttanza, suscettanza). Connessioni di bipoli. Estensione dei metodi elementari e generali al calcolo di reti in regime sinusoidale permanente. Diagrammi fasoriali. Potenze in regime sinusoidale: potenza attiva, reattiva, complessa e apparente. Teorema di Boucherot. Calcolo di reti con generatori sinusoidali non isofrequenziali. Sistemi trifase. Rifasamento. Trasformatore ideale. Mutui induttori. Funzioni di trasferimento in regime sinusoidale. Risonatori.

**Studio di transitori in reti del primo ordine**

Condensatore ideale. Induttore ideale. Energia immagazzinata. Reti a una costante di tempo: determinazione delle condizioni iniziali, studio di transitori in reti con generatori costanti oppure sinusoidali.

**BIBLIOGRAFIA**

C. R. Paul, *Analysis of Linear Circuits*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1989.

D. E. Scott, *An Introduction to Circuit Analysis: a System Approach*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1987.

R.E.Thomas, A.J.Rosa, *The Analysis and design of linear circuits*, Prentice Hall, 1994

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

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

M. Biey, *SPICE e PSPICE, Introduzione all'uso*, CLUT, Torino, 1993



Anno: 3

Periodo: 2

Impegno (ore totali)

lezione: 40

esercitazione: 20

Docente:

Giovanni MAINA

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

Chi si occupa della integrità psico-fisica dei lavoratori deve possedere un bagaglio di nozioni molto ampio e una formazione interdisciplinare: non deve, né pur, essere uno specialista di ogni settore, ma deve essere in grado di recepire i più svariati problemi di diverse discipline e deve essere in grado di interfacciarsi con gli specialisti di tali discipline.

La Medicina e l'Igiene del lavoro hanno un settore specialistico della scienza medica, molto complesso e articolato.

Entrare in questo settore così lontano dalla mentalità ingegneristica è arduo, ma necessario per garantire la sicurezza contro le malattie e le patologie professionali, per valutare i fattori di nocività, gli agenti biologici e tossicologici dell'ambiente industriale. È inoltre indispensabile per affiancare l'azione di Medicina Preventiva e di sorveglianza sanitaria richiesta dalle disposizioni legislative.

Il corso si propone di fornire all'allievo le nozioni elementari e nel contempo specialistiche della Medicina ed Igiene del lavoro, indispensabili per un ingegnere che dovrà interagire con il medico del lavoro.

### REQUISITI

Le materie propedeutiche principali sono: chimica, fisica, statistica, matematica.

### PROGRAMMA

#### *Elementi di Fisiologia del lavoro*

Fisiologia del lavoro muscolare; Fonti di energia; Consumo di energia; Lavoro - Rendimento - Potenza; Apparato cardiaco e respiratorio durante il lavoro.

#### *Elementi di Igiene del Lavoro*

##### *Parte generale:*

- L'ambiente di lavoro (tipologia, requisiti, condizioni igienico-ambientali dei luoghi di lavoro).

##### *Parte speciale:*

- Inquinamento da agenti fisici (microclima, rumore, vibrazioni, illuminamento, radiazioni ionizzanti e non ionizzanti)

- Inquinamento da agenti chimici (classificazione, rilevamento, valutazione)

- Inquinamento da agenti biologici (sorgenti, valutazione)

#### *Elementi di Tossicologia Industriale*

##### *Parte generale:*

- Principi generali, relazione dose-risposta, valori limite, monitoraggio biologico

##### *Parte speciale:*

- Assorbimento, distribuzione, biotrasformazione, escrezione, meccanismo d'azione

#### *Elementi di Epidemiologia Professionale*

Concetti generali, studio di coorte, studio caso-controllo, studio trasversale

#### *Elementi di Medicina Preventiva*

Prevenzione primaria, secondaria, terziaria; Dispositivi di protezione individuale; sorveglianza sanitaria

#### *Elementi di Ergonomia*

Ergonomia; Postura

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

La didattica formale è integrata da uno stage presso il Servizio di Tossicologia ed Epidemiologia Industriale dell'Università di Torino (CTO, Via Zuretti,, 29 - 10126 Torino) della durata di 20 ore.

Vengono illustrate le metodiche analitiche impiegate in Igiene Industriale, dalla fase di campionamento alla fase di interpretazione del risultato.

## **BIBLIOGRAFIA**

Testo di riferimento: attualmente nessuno. Nel corso delle lezioni viene distribuito materiale didattico e dispense.

*Testo ausiliario:*

Introduzione all'Igiene Industriale, Scansetti G., Ed. Cortina 1980

## **ESAME**

L'esame si basa su una interrogazione orale sugli argomenti svolti durante il corso

Anno: 3

Periodo: 1

Impegno (ore sett.)

lezione: 4

esercitazione/laboratorio: 2

Docente:

Paolo LAZZERINI

## REQUISITI

Termodinamica e fondamenti di energetica. Trasmissione del calore e fluidodinamica

## PROGRAMMA

Introduzione: individuazione degli obiettivi prestazionali di un impianto; risparmio energetico e sacrificio energetico.

Richiami di trasmissione del calore: conduzione, convezione, irraggiamento.

Trasmittanza delle pareti. Temperatura superficiale, temperatura media radiante e temperatura operativa. Condensazione superficiale e interstiziale.

Richiami di psicrometria. Umidità assoluta e umidità relativa.

Comfort termico: UNI ISO 7730. Qualità dell'aria.

Stress termico: UNI ISO 7243-7933. Cenni al D.Lgs. 626/94

Bilancio energetico di un edificio. Dispersioni termiche e carico termico estivo.

Legge 10/91 e suoi regolamenti. Cenni ai programmi di calcolo.

Calcolo dei fabbisogni di energia e potenza di un edificio.

Riscaldamento e raffrescamento a convezione e a radiazione. Impianti ad aria, ad acqua, ad aria-acqua, a espansione diretta.

Corpi scaldanti. Reti e circuiti idraulici. Pompe di circolazione. Modalità di calcolo e dimensionamento.

Trattamenti dell'aria umida. Componenti impiantistici e loro caratteristiche. Filtrazione. Modalità di calcolo e dimensionamento.

Distribuzione e diffusione dell'aria. Impianti di aspirazione. Canali, diffusori e cappe.

Ventilatori. Modalità di calcolo e dimensionamento.

Elementi di tecnica del freddo. Cicli frigoriferi a compressione e ad assorbimento. Pompe di calore.

Centrali termiche, frigorifere, termo-frigorifere. Problematiche di regolazione e conduzione.

Bilanci energetici. Cenni normativi (I.S.P.E.S.L. e V.V.F.).

Regolazione automatica: elementi di base e descrizione dei componenti. Cenni ai sistemi di supervisione.

Contabilizzazione del calore. Cenni ai problemi dei contratti di gestione.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Progetto termico di un edificio - Verifica come da legge 10/91.

Calcolo di reti idrauliche e aerauliche.

Calcolo di batterie di scambio termico acqua/aria.

Misura del rendimento di un generatore di calore.

Misure di portata d'aria e delle caratteristiche di un ventilatore.

Misura delle caratteristiche dei componenti di un impianto.

Visita ad un impianto di condizionamento, completo di reti ad acqua, trattamento aria, centrali e sottocentrali.

## BIBLIOGRAFIA

*Testi consigliati*

Alfano, Filippi, Sacchi, Impianti di climatizzazione per l'edilizia - dal progetto al collaudo.

Masson, Milano, 1997.

- Andreini, Pitimada, Riscaldamento degli edifici, Hoepli, Milano, 1995.  
 Anglesio, Elementi di impianti termotecnici, Pitagora Editrice, Bologna, 1998.  
 Anselmi, Lorenzi, Elementi di Impianti di riscaldamento, Masson, Milano, 1996.  
 Anselmi, Lorenzi, Elementi di Impianti di condizionamento dell'aria, Masson, Milano, 1994.  
 Moncada Lo Giudice, De Santoli, Progettazione di Impianti tecnici, Masson, Milano, 1995  
 Chiesa, Dall'ò, Risparmio energetico in edilizia. Masson, Milano, 1996.

## ESAME

L'esame è costituito da un esonero scritto sulla prima parte del corso, e da un orale conclusivo.

Anno: 3

Periodo: 1

Docente:

Vito SPECCHIA; Esercitatore: Guido SARACCO

## PROGRAMMA

Il corso mira a fornire le cognizioni di base per definire le fonti ed il tipo di inquinamento prodotto soprattutto da impianti per la produzione di energia, nonché i principi processistici ed ingegneristici volti al contenimento delle emissioni inquinanti.

I principali temi affrontati sono i seguenti.

Inquinamento aria: aspetti legislativi; fonti inquinanti; sostanze inquinanti con particolare riguardo a quelle generate nei processi di produzione di energia. Impianti di trattamento per la rimozione di sostanze particolate: depolveratori meccanici; filtri a maniche; cicloni; elettrofiltri; lavatori ad umido. Impianti di trattamento dei fumi: abbattimento degli ossidi di zolfo; contenimento ed abbattimento degli ossidi di azoto. Camini.

Inquinamento dell'acqua: aspetti legislativi. Trattamenti preliminari: grigliatura; disoleazione; dissabbiatura; sollevamento; equalizzazione; polmonazione. Trattamenti primari: sedimentazione; coagulazione-flocculazione; flottazione. Trattamenti secondari: impianti biologici (fanghi attivi; filtri percolatori; biodischi; letti fissi annegati; letti fluidizzati; ossidazione aerobica ed anossica; fermentazione anaerobica); impianti chimici (ossidazione dei cianuri; riduzione del cromo). Trattamenti terziari (cenni): disinfezione; adsorbimento; scambio ionico; filtrazione a sabbia; ozonazione; processi di separazione con membrane semipermeabili.

Trattamento dei fanghi residuari: ispessimento; disidratazione; riscaldamento; ossidazione ad umido; incenerimento; compostaggio.

Alla fine del corso l'allievo avrà acquisito una serie di nozioni che gli consentiranno di individuare le fonti di inquinamento provenienti da impianti di produzione, ed in particolare da quelli di produzione di energia, e di scegliere i trattamenti più idonei al contenimento delle emissioni inquinanti.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Verranno svolte esercitazioni di calcolo relative al dimensionamento di massima degli impianti di trattamento degli effluenti contenenti sostanze inquinanti e visite guidate ad impianti di incenerimento rifiuti stabilimenti chimici e industriali.

## BIBLIOGRAFIA

Essendo gli argomenti distribuiti su un notevole numero di testi, gli allievi si possono basare sulle fotocopie delle figure e delle tabelle utilizzate a lezione e ad esercitazione che vengono distribuite preventivamente alle ore di didattica. Per quanto riguarda il trattamento di effluenti liquidi può essere un utile approfondimento consultare il seguente testo:

Metcalfe & Eddy, 1991, "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse", 3<sup>rd</sup> Ed., McGraw-Hill Intern. Edts., Civil Engineering Series, New York

## ESAME

Vengono effettuati due accertamenti: il primo, a metà del corso circa, relativamente agli argomenti fino a quel momento svolti; il secondo, alla fine del corso, sugli argomenti sviluppati nella seconda parte. Limitatamente agli allievi che avessero fallito il primo accertamento, il secondo può in alternativa vertere su tutti gli argomenti del corso. La valutazione complessiva dei due accertamenti costituisce voto di esame; questo, a scelta dello studente, può essere migliorato attraverso una prova orale. Durante gli appelli ordinari, l'esame consiste nel superamento preventivo di una prova scritta seguita da una prova orale.

Anno: 2	Periodo: 2		
Impegno (ore sett.)	lezione: 6	esercitazione: 4	laboratorio: 6 (complessive)
Docente:	<i>da nominare</i>		

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Scopo del corso è fornire agli allievi una conoscenza delle principali macchine a fluido termiche ed idrauliche mediante una parte formativa ed una descrittiva. Particolare attenzione è dedicata alla scelta delle macchine a fluido in funzione della loro specifica applicazione con la finalità di ottenere i più elevati rendimenti.

### **REQUISITI**

Termodinamica e fondamenti di energetica, Trasmissione del calore e fluidodinamica, Sistemi energetici.

### **PROGRAMMA**

#### **1. Studio unidimensionale di una turbomacchina [3 ore]**

- Costituzione generale della macchina
- Triangoli di velocità
- Espressione del lavoro in una turbomacchina

#### **2. Turbomacchine motrici e turbine a vapore [9 ore]**

- Profili delle pale e perdite fluidodinamiche nelle turbomacchine
- Rendimento di uno stadio di turbina semplice e di una turbina multipla
- Analisi unidimensionale del flusso in uno stadio di turbina
- Turbina assiale semplice ad azione ed a salti di velocità
- Turbine assiali a salti di pressione ed a reazione
- Teoria dell'equilibrio radiale e svergolamento di una palettatura (cenni)
- Turbine radiali (cenni)
- Organizzazione delle turbine a vapore multiple

#### **3. Turbocompressori di gas [4 ore]**

- Costituzione e principi di funzionamento dei turbocompressori di gas e ventilatori
- Prestazioni e caratteristica manometrica di ventilatori e turbocompressori radiali
- Turbocompressori assiali
- Punto di funzionamento, pompaggio e stallo di un turbocompressore
- Regolazione dei turbocompressori

#### **4. Compressori volumetrici [4 ore]**

- Compressore alternativo monostadio a semplice effetto
- Temperatura di mandata e distribuzione nei compressori alternativi
- Regolazione dei compressori alternativi monostadio
- Compressori rotativi e loro regolazione

#### **5. Turbine idrauliche [2 ore]**

- Parametri di similitudine e caratteristiche di funzionamento
- Turbine Pelton, Francis, ad elica e Kaplan
- Regolazione delle turbine idrauliche

#### **6. Turbopompe [2 ore]**

- Turbopompe centrifughe, assiali e miste
- Problemi di avviamento, installazione
- Cavitazione nelle turbopompe

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

### Esercitazioni

Le esercitazioni in aula consistono nello svolgimento di esercizi e problemi applicativi dei concetti sviluppati a lezione ed hanno lo scopo sia di fornire gli ordini di grandezza dei vari parametri, sia di migliorare il grado di approfondimento.

Argomenti delle esercitazioni (per un totale di circa 16 ore):

1. Turbine a vapore
2. Turbocompressori e loro regolazione
3. Compressori volumetrici e loro regolazione
4. Turbine idrauliche
5. Turbopompe e cavitazione

### Laboratori

Saranno effettuate alcune esercitazioni pratiche sulle macchine studiate durante il corso [6 ore].  
In particolare:

- rilievo della caratteristica manometrica di un compressore rotativo mediante sistema di acquisizione dati
- determinazione delle condizioni di cavitazione in una turbopompa

### TRAVAUX DIRIGÉS

Al termini dei moduli di Sistemi Energetici e di Macchine verranno proposti a gruppi di studenti alcuni sistemi energetici e macchine utilizzate in campo industriale per una analisi delle loro prestazioni in condizioni di funzionamento nominale. Lo studio dei sistemi proposti, sviluppati parzialmente in aula, verrà effettuato anche con l'ausilio di mezzi informatici e di software specialistico. Ogni studente dovrà redigere una relazione finale sull'argomento assegnato (impegno di circa 20 ore, tra i due moduli didattici predetti).

### BIBLIOGRAFIA

Gli appunti forniti dal docente sono integrabili con i seguenti testi:

- A.E. Catania, Complementi di Macchine, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1979.
- A.E. Catania, Turbocompressori, ACSV (Appunti dai Corsi Seminariali di Vercelli), Ed. CGVCU (Comitato per la Gestione in Vercelli dei Corsi Universitari), 1990.
- A.E. Catania, Compressori volumetrici, ACSV, Ed. CGVCU, 1991.
- A.E. Catania, Turbine idrauliche, ACSV, Ed. CGVCU, 1992
- A. Capetti, Motori Termici, Utet, Torino, 1967.
- A. Mittica, Turbomacchine idrauliche operatrici, ACV, Ed. CGVCU, 1994

### ESAME

#### Accertamenti in corso d'anno

Per gli studenti in corso sono previsti due accertamenti scritti (il primo circa a metà corso, il secondo al termine del corso). Un risultato medio dei due accertamenti superiore alla sufficienza (con una votazione minima di uno dei due accertamenti non inferiore a 15/30) permette di superare direttamente l'esame senza dover sostenere la prova orale. È possibile integrare il risultato ottenuto dall'esonero scritto sostenendo anche la prova orale, da effettuarsi prima del termine dell'anno accademico.

Il voto d'esame sarà determinato in base al risultato degli accertamenti in corso d'anno, dall'eventuale esame orale e dalla valutazione della relazione finale prevista per i *travaux dirigés*.

L'esame negli appelli ufficiali consiste in una prova scritta e in una prova orale.

#### Prova scritta

Si svolge in due ore. Consiste nello svolgimento di due esercizi numerici su componenti di macchine a fluido relativi ad argomenti svolti durante il corso. La tipologia e la difficoltà degli

esercizi della prova scritta sono quelle degli esercizi svolti ad esercitazione. L'esame di Macchine incomincia quando il candidato consegna l'elaborato al termine della prova scritta. Per motivi organizzativi è necessario prenotarsi presso la Segreteria Studenti almeno due giorni prima della data dell'appello.

#### **Prova orale**

Consiste in una possibile discussione della prova scritta e nel rispondere a domande su argomenti di teoria trattati a lezione. Il voto di esame è determinato in base al risultato delle due prove sostenute.

## **6330J      MACCHINE ELETTRICHE**

Anno: 2                                      Periodo: 2  
Impegno (ore sett.)                      lezione: 4                                      esercitazione: 2  
Docente:                                      **Michele PASTORELLI**

---

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso intende fornire le basi per la comprensione del funzionamento delle principali macchine elettriche impiegate in ambiente industriale.

### **REQUISITI**

Elettrotecnica

### **PROGRAMMA**

Macchina elettrica a corrente continua, commutazione, cenni costruttivi, equazioni della macchina, eccitazione indipendente e serie, caratteristiche meccaniche, regolazione e problemi di avviamento.

Trasformatore monofase, trasformatore ideale e circuito equivalente del trasformatore reale, prova a vuoto ed in corto circuito, calcolo dei parametri del circuito equivalente, parallelo di trasformatori, Trasformatori trifase, circuito equivalente e prove di caratterizzazione, funzionamento in parallelo di trasformatori trifase, gruppo orario.

Motore ad induzione, principio del campo magnetico rotante, circuito equivalente, prove a vuoto ed in corto circuito, caratteristica meccanica, regolazione di velocità, cenni costruttivi e problemi di avviamento.

Motore asincrono monofase, principio di funzionamento.

Cenni alla macchina sincrona, cenni costruttivi, reazione di indotto e circuito equivalente.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Sono previste esercitazioni numeriche relative agli argomenti esaminati nelle lezioni.

### **BIBLIOGRAFIA**

L. Olivieri, E. Ravelli "Principi ed applicazioni di Elettrotecnica" CEDAM, Padova.

### **ESAME**

L'esame è composto da una prova scritta e da un colloquio. Il superamento della prova scritta è vincolante per l'ammissione all'orale.

Anno: 3  
Docente:

Periodo 2  
da nominare

### **PROGRAMMA**

Il corso mira a fornire gli elementi essenziali per l'analisi e la modellistica energetica, per l'individuazione degli interventi di razionalizzazione energetico-economica e delle tecniche di gestione e manutenzione degli edifici e degli impianti industriali alla luce di criteri di risparmio energetico.

I temi affrontati sono:

modalità di descrizione dei sistemi da analizzare

definizione degli obiettivi dell'analisi

scelta dei criteri e dei parametri di valutazione

tecniche per il progetto e interventi per il retrofit energetico del sistema edificio-impianto;

metodologie di valutazione sperimentale delle prestazioni termiche di un sistema edificio-impianto

cenni ai sistemi per il risparmio di energia nel settore industriale (cogenerazione, cicli a vapore a recupero, cicli combinati e cicli binari)

Verranno condotte applicazioni relative a schemi di energy-audit e ad analisi energetiche, economiche ed ambientali di impianti e cicli tecnologici, di sistemi edificio-impianto, di sistemi produttivi e territoriali.

Alla fine del corso l'allievo avrà acquisito una serie di nozioni che gli consentiranno di predisporre e compilare schede di rilevazione energetica e sarà in grado di individuare, definire e valutare le scelte impiantistiche e di involucro ottimali per realizzare condizioni di benessere negli edifici, nonché di valutare la realizzabilità di un intervento di risparmio energetico su di un impianto industriale dal punto di vista della fattibilità tecnica, dell'aspetto economico, del risparmio energetico e dell'impatto ambientale.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Compilazione di schede di rilevazione energetica. Visite in loco.

### **BIBLIOGRAFIA**

AA.VV., "Il Manuale dell'Energy Auditing". CNR/ENEA, Progetto Finalizzato Energetica, Roma, 1990.

Chiesa, Dall'O, *Gestione delle risorse energetiche nel territorio*, Masson, Milano, 1997.

### **ESAME**

L'esame sarà costituito da un esonero scritto e da un esame orale al termine del corso.

Anno: 3

Periodo:1

Impegno (ore totali)

lezioni: 40

esercitazioni: 20

**REQUISITI**

Il corso di Metrologia richiede conoscenze di base di Comportamento meccanico dei materiali e di Elettrotecnica.

**PROGRAMMA**

Il corso si propone di fornire le conoscenze sul corretto impiego dei mezzi e dei metodi di misura usati in generale nel settore delle meccanica. Lo scopo principale del corso è quello di indirizzare l'allievo realizzazione di procedure di misura e di controllo che siano in grado produrre i risultati di misura con incertezza accettabile e costi ridotti per quanto possibile, in linea con le richieste generali dei Sistemi Qualità.

I temi affrontati riguardano:

- presa di contatto con strumentazione semplice, evidenziando la presenza di effetti di disturbo sulla misurazione. Descrizione dei concetti associati di risoluzione, stabilità, ripetibilità e riproducibilità. Confronti con strumenti di riferimento e descrizione dei concetti di aggiustaggio e taratura e delle caratteristiche associate (linearità, isteresi ecc.). [4 Ore]
- strumenti per misure dimensionali. Descrizione, uso e presentazione di metodi di taratura. Evidenziazione di possibili errori di misura e di procedure adatte ad evitarli. [4 Ore]
- descrizione di condizioni tipiche di errore. Errori sistematici. Correzione, compensazione ed eliminazione degli errori sistematici. Errori accidentali. Esclusione di errori accidentali elevati e rari. [4 Ore]
- errori accidentali. Cenni di statistica (media, scarto tipo, distribuzione di Gauss, test del  $\chi^2$  e Grafico di Probabilità Normale). [2 Ore]
- laboratorio. Descrizioni e applicazioni semplici riguardanti le misure dimensionali. [4 Ore]
- strumenti per misure di massa, forza, torsione, durezza. Descrizione, uso e presentazione di metodi di taratura. Applicazione alla determinazione delle caratteristiche dei materiali. Strumenti per la misura di pressione. Descrizione di possibili cause d'incertezza. [4 Ore]
- concetto d'incertezza. Incertezze tipo di tipo A e di tipo B. La legge di propagazione dell'incertezza. Calcolo dell'incertezza combinata. Analisi della procedura di misura con considerazioni metrologiche ed economiche. L'incertezza estesa (livello di confidenza, gradi di libertà, distribuzione di Student). [6 Ore]
- laboratorio. Descrizioni e applicazioni semplici riguardanti le misure di forza e durezza. [4 Ore]
- compatibilità delle misura e riferibilità ai campioni nazionali. Le organizzazioni metrologiche nazionali e internazionali. Il Sistema Internazionale delle unità di misura. [4 Ore]
- strumenti per misure di temperatura. Descrizione, uso e presentazione di metodi di taratura. Inserimento di un complesso di misura in un Sistema Qualità. [4 Ore]
- laboratorio. Descrizioni e applicazioni semplici riguardanti le misure di temperatura. [4 Ore]
- strumenti per misure di portata. Descrizione, uso e presentazione di metodi di taratura. Inserimento di un complesso di misura in un Sistema Qualità. [4 Ore]
- laboratorio. Descrizioni e applicazioni semplici riguardanti le misure di portata. [4 Ore]
- organizzazione di un complesso di misura per il controllo del trattamento termico dei fluidi. Valutazioni di carattere metrologico ed economico. [4 Ore]
- laboratorio. Descrizioni e applicazioni riguardanti il trattamento termico dei fluidi. [4 Ore]

Al termine del corso l'allievo avrà acquisito una serie di conoscenze che gli consentiranno di:

- affrontare e risolvere i problemi inerenti alla selezione della strumentazione più idonea da utilizzare in un certo contesto operativo (impianto, macchinario o sistema complesso);
- analizzare ed interpretare i dati che provengono da una campagna di misure o di test;
- rispettare quanto prescrivono le normative e le procedure da utilizzare nel settore delle misure.

## **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni e/o il laboratorio sono indirizzati ad approfondire alcuni dei temi sviluppati nel corso delle lezioni [20 ore]

## **BIBLIOGRAFIA**

Il testo che si consiglia è:

Guida ISO sull'espressione dell'incertezza (UNI CEI 9), 1997

E. Deberlin: *Measurement systems: applications and design*, Ed. Mac Graw-Hill, 1996

A. Capello: *Misure Meccaniche e Termiche*, Ed. Ambrosiana, Milano, 1973

Altri testi da consultare:

A. Bray e V. Vicentini: *Meccanica Sperimentale*, Ed. Levrotto & Bella, 1975

G. Vicario, R. Levi, *Calcolo delle probabilità e statistica per ingegneri*, Ed Esculapio, Bologna, 1997

Progetto UNI CEI, *Vocabolario internazionale dei termini fondamentali e generali della metrologia*.

Durante il corso verranno distribuite monografie su argomenti specifici.

## **ESAME**

Sono previsti 2 accertamenti scritti durante il Corso che, in presenza di un risultato mediamente positivo, sono sostitutivi dell'esame finale, in presenza di un risultato negativo si prevede un'unica prova orale. Ogni candidato deve presentarsi all'esame con una copia dei rapporti tecnici sviluppati durante le esercitazioni.

Anno: 3

Periodo: 1

Impegno (ore):

lezioni: 40

esercitazioni: 20

Docente:

**Massimo ZUCCHETTI****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso mira ad evidenziare le problematiche ambientali e di sicurezza connesse alla produzione, al trasporto ed all'utilizzo delle fonti energetiche, introducendo lo studente alle tecniche di analisi comunemente adottate ed agli aspetti normativi.

All'interno del corso è previsto un modulo di circa 14 ore, tenuto da un docente di provenienza extra-accademica.

Per quanto riguarda la parte di docenza accademica, il corso è suddiviso in due moduli principali: il primo riguarda l'Analisi di Impatto Ambientale dei Sistemi Energetici e lo studio della fenomenologia connessa. Il secondo riguarda il Rischio Tecnologico, le Metodologie per l'Analisi di Sicurezza, e lo studio di alcuni fenomeni incidentali.

La parte di docenza extra-accademica completa il programma esaminando procedure per la Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.), con riferimento ad alcuni casi applicativi.

Alla termine del corso, l'allievo avrà acquisito una maggior conoscenza sui fenomeni, connessi alle tecnologie energetiche, che possono essere fonte di danno per l'uomo e per l'ambiente, avrà acquisito le tecniche necessarie per affrontare il problema in termini sistemici integrando gli aspetti tecnologici, ambientali, organizzativi e normativi.

**PROGRAMMA**

Analisi dei sistemi energetici. Cenni sulle diverse metodologie di produzione dell'energia. I cicli del combustibile (carbone, petrolio, gas, nucleare).

Impatto ambientale dei sistemi energetici. Ruolo della produzione di energia sull'impatto ambientale. Effetto dei sistemi energetici su ambiente e salute. Valutazione degli effetti ambientali e sanitari.

Fenomenologie di impatto ambientale di routine. Fenomeni di dispersione, rumore, elettromagnetismo, radiazioni.

Il rischio tecnologico. Definizione del concetto di rischio, criteri di accettabilità. Valutazione del rischio. Aspetti normativi.

Tecniche per l'analisi di sicurezza di sistemi complessi. Identificazione dei rischi. Studio delle sequenze incidentali. Analisi delle conseguenze e vulnerabilità.

Fenomeni incidentali. Cenni sulla modellizzazione di fenomeni di rilascio, incendi, esplosioni.

**LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Nell'ambito del corso è prevista una parte di esercitazione pratica che permetta all'allievo di affrontare casi reali di studio studiandone sia gli aspetti di sicurezza che l'impatto ambientale derivante in caso di incidente.

**BIBLIOGRAFIA**

Appunti del docente.

Articoli tratti dal notiziario ENEA "Energia, Ambiente e Innovazione".

## ESAME

L'esame è costituito da una verifica orale effettuata a fine corso, durante la quale è prevista anche la discussione di una relazione proposta ed elaborata durante la parte esercitativa.

Anno: 3

Periodo: 1

Impegno (ore totali)

lezioni: 40

esercitazioni: 20

Docente:

da nominare

## PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire metodologie e conoscenze per la prevenzione e protezione dai rischi potenzialmente presenti negli edifici, con particolare attenzione alle misure di prevenzione e lotta antincendio, alle strutture impegnate nell'esodo d'emergenza, alle condizioni ambientali favorevoli a sicurezza e benessere dei lavoratori nei locali dagli stessi occupati.

## PROGRAMMA

Organismi edilizi: tipologia, sistemi e sottosistemi, tecniche di realizzazione, i cantieri;

Casi della nuova edificazione o della ristrutturazione e dell'adeguamento ad aggiornate regolamentazioni per edifici esistenti;

Prevenzione e protezione in fatto di rischi per gli utilizzatori di un organismo edilizio, aspetti ergonomici nella concezione dei sistemi edilizi;

Sicurezza e salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro, con particolare riferimento ad accessibilità, a spazi, a materiali presenti nei locali, ad attrezzature, ai servizi, alle dotazioni, alla segnaletica;

Vie di circolazione normale e di esodo di emergenza, caratteristiche di scale, rampe, ascensori nonché dei "luoghi sicuri";

Spazi di lavoro, dotazioni igieniche, condizioni di benessere e sicurezza dal punto di vista acustico, termoigrometrico, illuminotecnico e di qualità dell'aria negli ambienti confinati, tecniche di valutazione;

Protezione negli ambienti chiusi caratterizzati da presenze termoimpiantistiche (controllo di accumulo e distribuzione del gas combustibile, alimentazione dell'aria comburente, allontanamento dei prodotti di combustione, controllo delle temperature);

Il rischio Incendio nei sistemi edilizi:

- Fenomeno, inneschi, propagazioni, evoluzioni, effetti, modellazioni relative;
- Attività svolte, sorgenti, materiali presenti e "carico d'incendio";
- Protezione e difesa passiva (sistemi e componenti classificati per resistenza, tenuta e isolamento, compartimentazioni, caso speciale costituito dalle strutture d'acciaio);
- Difesa attiva (rilevamento, allarme, estinzione, impianti e mezzi relativi, automatismi, interventi attuabili e predisposizioni conformi alle prescrizioni dei Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco);

Autorità competenti in tema di sicurezza degli edifici, documentazioni formali previste e corrispondenti controlli; riferimenti essenziali a disposizioni di legge, a regolamenti e norme tecniche.

## LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Approfondimenti su argomenti delle lezioni con studio di casi specifici, valutazioni su progetti.

## BIBLIOGRAFIA

A cura del docente saranno forniti materiali di supporto.

## ESAME

Prova orale al termine del corso.

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso ha lo scopo di fornire agli studenti del corso di Diploma in Ingegneria Energetica una serie di nozioni riguardanti la sicurezza nella progettazione delle macchine e dei sistemi meccanici, le nozioni e gli strumenti di base l'analisi affidabilistica, le metodologie per l'analisi non distruttiva dei manufatti e per la diagnostica.

Il corso prevede lezioni ed esercitazioni applicative sia in aula sia in laboratorio.

### **PROGRAMMA**

#### **1. Modalità di cedimento**

- le diverse modalità di cedimento delle strutture meccaniche
- la fatica (dei materiali, degli organi delle macchine, delle strutture e delle giunzioni)
- nozioni di meccanica della frattura
- nozioni sull'usura (dei materiali, degli organi delle macchine e delle strutture)
- nozioni sul collasso per instabilità in campo elastico

#### **2. Normative sulla sicurezza di costruzioni meccaniche**

- recipienti in pressione
- apparecchi di sollevamento

#### **3. Affidabilità**

- il concetto di affidabilità e la sua valutazione probabilistica
- distribuzione, analisi e carta di probabilità di Weibull
- tasso di guasto, MTTF (Mean Time To Failure)
- metodologie di analisi affidabilistica (FMEA, FTA)

#### **4. Metodi di CND (controllo non distruttivo) e di diagnostica**

- metodi di controllo non distruttivo (liquidi penetranti, ultrasuoni, radiografie)

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

#### **In aula**

- ipotesi di rottura (materiali fragili e duttili), coefficienti di sicurezza statica,
- uso dei diagrammi tipici per la verifica a fatica, fatica alla Wohler,
- comportamento a fatica in presenza di carichi variabili, valutazione del danno, vita residua
- valutazione della resistenza a fatica di giunzioni saldate e
- valutazione della resistenza a fatica delle giunzioni imbullonate
- durata dei cuscinetti a rotolamento
- dispersione dei dati di prove di durata a fatica
- valutazione della sicurezza di recipienti in pressione
- valutazione della sicurezza in apparecchi di sollevamento
- uso delle carte di probabilità normale e di Weibull per la valutazione della affidabilità
- tasso di guasto e curve a vasca da bagno

#### **In laboratorio**

- macchine e prove di fatica
- macchine e prove di meccanica della frattura
- rilievo di difetti tramite ultrasuoni
- esame di radiografie e riconoscimento di difetti tipici



Anno: 3	Periodo: 1	
Impegno (ore totali)	lezioni: 40	esercitazioni: 20
Docente:	da nominare	

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di fornire le metodologie per l'analisi di rischio di sistemi tecnologici al fine di migliorare le condizioni di sicurezza dei lavoratori e di prevenire o mitigare i rischi da incidente rilevante.

Il corso si suddivide in due parti principali: la prima presenta le tecniche applicabili per l'analisi di sicurezza e la valutazione dei rischi; la seconda è orientata alla puntualizzazione di elementi conoscitivi e tecniche proprie per la valutazione e la gestione dei grandi rischi (Direttiva Seveso).

### **PROGRAMMA**

Generalità sul rischio tecnologico: definizione, valutazione e accettabilità del rischio.

Metodologie per l'analisi di sicurezza:

Elementi di algebra degli eventi e calcolo probabilistico

Identificazione dei pericoli

Metodologie per l'analisi di affidabilità dei sistemi

Metodologie per l'analisi di sequenze incidentali

Stima dei rischi

Grandi rischi:

Aspetti normativi

Modellizzazione dei fenomeni incidentali (rilasci, incendi, esplosioni, dispersione)

Analisi di vulnerabilità

Pianificazione dell'emergenza

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Agli allievi è proposta un'esercitazione pratica che consiste nell'analisi di sicurezza di un sistema industriale.

### **BIBLIOGRAFIA**

Appunti dei docenti

### **ESAME**

L'esame sarà di carattere orale e vertirà sulla discussione di un'applicazione pratica delle tecniche di analisi presentate durante il corso, svolta dallo studente durante il periodo didattico.

Anno: 2

Periodo: 2

Docente:

Vito CARRESCIA

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Il corso si propone di fornire le nozioni fondamentali sulla produzione, trasmissione, distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica, con particolare riguardo agli impianti elettrici di bassa tensione.

### **PROGRAMMA**

Generalità sulle leggi e normative nazionali e internazionali che soprintendono al settore elettrico; libera circolazione dei materiali elettrici nell'ambito europeo.

Cenni ai metodi di produzione dell'energia elettrica; tipologia e caratteristiche delle centrali di produzione. fonti di energia rinnovabili

Trasmissione dell'energia elettrica: richiami ai sistemi trifasi e confronto con il monofase. Parametri caratteristici delle linee aeree ed in cavo in alta tensione. Interazione tra elettrodotti e ambiente.

Reti di distribuzione in media tensione, stato del neutro. Cabine d'utente media-bassa tensione. Correnti di cortocircuito. tariffazione dell'energia elettrica e rifasamento.

Protezione delle condutture contro il sovraccarico ed il cortocircuito: scelta ed applicazione dei dispositivi di protezione. Sollecitazioni elettrodinamiche. Quadri elettrici.

Protezione delle persone contro i contatti diretti ed indiretti. Messa a terra. Sezionamento e comando di emergenza.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Visita ad una centrale/stazione dell'Enel.

Progetto di massima mediante programma di calcolo di un impianto elettrico utilizzatore.

Esempio di calcolo per il rifasamento di un impianto.

Misura sul campo della resistenza di terra di un dispersore e misura delle tensioni di contatto e di passo.

Anno: 2

Periodo: 2

Impegno (ore sett.)

lezioni: 6

esercitazioni: 4

laboratorio: 4

Docente:

**Antonio MITTICA****PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Scopo del corso è fornire gli elementi necessari per l'analisi dei sistemi energetici sia per quanto riguarda la loro valutazione in termini di rendimento, sia per quanto riguarda le loro prestazioni fuori dalle condizioni di progetto e l'influenza del singolo componente sulle prestazioni dell'intero sistema energetico.

**REQUISITI**

Termodinamica e fondamenti di energetica, Trasmissione del calore e fluidodinamica.

**PROGRAMMA****1. Generalità e classificazione dei sistemi energetici (1 ora)****2. Fondamenti di termodinamica-energetica applicata (4 ore)**

- Proprietà termodinamiche di un sistema.
- Principio di conservazione dell'energia: formulazione lagrangiana ed euleriana.
- Principio di evoluzione dell'energia.
- Equazione di continuità in forma integrale.
- Approccio exergetico ed exerzia.

**3. Fondamenti di termochimica (3 ore)**

- Combustione a volume costante e a pressione costante.
- Potere calorifico di un combustibile.
- Combustione in flusso permanente.
- Applicazione ai combustori ed ai generatori di calore.

**4. Componenti statici di sistemi energetici (1 ora)**

- Generatori di vapore a tubi da fumo e a tubi d'acqua.
- Generatori di vapore a recupero ad un livello di pressione.
- Combustori di turbine a gas.
- Condensatori di vapore a superficie e a miscela.

**5. Ugelli e diffusori (4 ore)**

- Velocità del suono e proprietà di ristagno in una corrente fluida.
- Flusso adiabatico ed isentropico di una corrente unidimensionale stazionaria.
- Pressione critica e condizioni di criticità.
- Analisi del comportamento di ugelli in condizioni diverse da quelle di progetto.

**6. Componenti dinamici di sistemi energetici (5 ore)**

- Turbomacchine motrici ed operatrici.
- Legge della portata nelle turbine - cono dei consumi.
- Regolazione delle turbine per laminazione e parzializzazione.
- Turbocompressori: lavoro minimo di compressione.
- Compressione interrefrigerata uniforme.
- Rendimento isentropico e politropico di compressione.
- Caratteristica manometrica di un turbocompressore.

**7. Schemi di impianti, cicli termodinamici, problemi fondamentali negli impianti di turbine a vapore (3 ore)**

- Rendimenti e consumi specifici negli impianti motori termici.

- Ciclo di Rankine-Hirn reale e mezzi per aumentarne il rendimento.
- Rigenerazione negli impianti a vapore.
- Impianti a vapore a contropressione e a recupero parziale.

#### 8. Regolazione degli impianti di turbine a vapore (2 ore)

- Regolazione di un impianto per laminazione, parzializzazione.
- Campo di regolazione di impianti a cogenerazione.

#### 9. Turbine a gas (5 ore)

- Impianti a ciclo Joule: rendimento e lavoro massico dei cicli ideale, limite e reale.
- Dipendenza del rendimento del ciclo reale dai vari parametri di funzionamento.
- Compressione interrefrigerata, ricombustione e rigenerazione.
- Regolazione di turbine a gas monoalbero e bialbero.

#### 10. Impianti a ciclo combinato gas-vapore (2 ore)

- Analisi energetica di impianti a ciclo combinato gas-vapore ad uno e a due livelli di pressione

### LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula consistono nello svolgimento di esercizi e problemi applicativi dei concetti sviluppati a lezione ed hanno lo scopo sia di fornire gli ordini di grandezza dei vari parametri, sia di migliorare il grado di approfondimento.

Argomenti delle esercitazioni (per un totale di circa 20 ore):

- Proprietà termodinamiche dei fluidi, trasformazioni dei gas perfetti e diagrammi termodinamici
- Applicazioni della leggi del primo e del secondo principio della termodinamica
- Condensatori e generatori di vapore
- Ugelli e diffusori
- Impianti di turbine a vapore
- Impianti di turbine a gas
- Impianti a ciclo combinato gas-vapore

#### Laboratorio di Macchine (4 ore)

- Descrizione di alcune macchine a fluido e della strumentazione presenti nel laboratorio di Macchine (TO)
- Punto di funzionamento di una girante centrifuga (TO)
- Simulazione su personal computer di sistemi energetici

#### Travaux Dirigés

Al termine dei moduli di Sistemi Energetici e di Macchine verranno proposti a gruppi di studenti alcuni sistemi energetici e macchine utilizzate in campo industriale per una analisi delle loro prestazioni in condizioni di funzionamento nominale. Lo studio dei sistemi proposti, e sviluppati parzialmente in aula, verrà effettuato anche con l'ausilio di mezzi informatici e di software specialistico. Ogni studente dovrà redigere una relazione finale sull'argomento assegnato (impegno di circa 20 ore, tra i due moduli didattici).

### BIBLIOGRAFIA

- A.E. Catania, *Complementi di Macchine*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1979.  
A. Capetti, *Motori Termici*, Utet, Torino, 1967.

### ESAME

#### Accertamenti in corso d'anno

Per gli studenti in corso sono previsti due accertamenti scritti (il primo circa a metà corso, il secondo al termine del corso). Un risultato medio dei due accertamenti superiore alla sufficienza (con una votazione minima di uno dei due accertamenti non inferiore a 15/30) permette di superare l'esame senza dover sostenere la prova orale.

È possibile integrare il risultato ottenuto dall'esonero scritto sostenendo anche la prova orale, da effettuarsi prima del termine dell'anno accademico.

Il voto di esame sarà determinato in base al risultato degli accertamenti in corso d'anno, dell'eventuale orale e della valutazione della relazione finale prevista per i travaux dirigés.

L'esame negli appelli ufficiali consiste in una prova scritta e in una prova orale.

#### **Prova scritta**

Si svolge in due ore. Consiste nello svolgimento di due esercizi numerici su impianti o componenti di sistemi energetici relativi ad argomenti svolti durante il corso.

La tipologia e la difficoltà degli esercizi della prova scritta sono quelle degli esercizi svolti ad esercitazione.

L'esame di Sistemi Energetici incomincia quando il candidato consegna l'elaborato al termine della prova scritta.

(Per motivi organizzativi è necessario prenotarsi almeno 2 giorni prima della data dell'appello, lasciando il proprio nominativo presso la Segreteria Studenti).

#### **Prova orale**

Consiste in una possibile discussione della prova scritta e nel rispondere a domande su argomenti di teoria trattati a lezione.

Il voto di esame è determinato in base al risultato delle due prove sostenute e della valutazione della relazione finale dei travaux dirigés.

Anno: 2                      Periodo: 2  
 Impegno (ore totali)    lezione: 30      esercitazione: 10  
 Docente:                    **Vito CARRESCIA**

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

L'energia elettrica h di uso universale, ma richiede idonei sistemi di protezione per evitare i pericoli che comporta.

Il corso introduce l'allievo nella valutazione dei rischi elettrici e illustra i modi di protezione per conseguire un impiego sicuro dell'energia elettrica.

### **PROGRAMMA**

Basi legislative della sicurezza nel settore elettrico.

Effetti deleteri della corrente elettrica sul corpo umano.

L'impianto di terra. Masse e masse estranee.

Protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

Apparecchi di classe seconda. Separazione elettrica.

L'interruttore differenziale con e senza impianto di terra.

Misure di protezione attive e passive contro i contatti diretti

Sistemi elettrici a tensione ridotta.

Sezionamento e comando di emergenza.

Criteri di sicurezza dei circuiti di comando delle macchine.

Cenni alla protezione contro i fulmini.

Esposizione alle radiazioni non ionizzanti.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Misura sul campo della resistenza di terra di un dispersore. Visita agli impianti elettrici di uno stabilimento sotto la guida di un ispettore ASL.

### **BIBLIOGRAFIA**

V. Carrescia - Fondamenti di sicurezza elettrica, Edizioni TNE, Torino

### **ESAME**

Esame orale. Sono previsti esoneri nel corso delle lezioni

### **BIBLIOGRAFIA**

A.E. Catania, *Complementi di Algebra*, Ed. Lovato & Bolla, Torino, 1974.

A. Casati, *Algebra Elementare*, Utet, Torino, 1987.

### **ESAME**

Accertamenti in corso d'anno

Per gli studenti in corso sono previsti due accertamenti orali: al primo ciclo a metà corso, il secondo al termine del corso. Un risultato medio dei due accertamenti superiore alla sufficienza (con una variazione minima di uno dei due accertamenti non inferiore a 15/30) permette di superare l'esame senza dover sostenere la prova orale.

Anno: 2	Periodo: 1	
Impegno (ore sett.)	lezione: 4	esercitazione: 2
Docente:	<b>Valter GIARETTO</b>	

### **PRESENTAZIONE DEL CORSO**

Con il presente corso si intende fornire agli studenti le basi di termodinamica ritenute indispensabili nell'ambito del processo formativo dell'ingegnere energetico. La comprensione dei principi fondamentali della termodinamica e l'acquisizione delle nozioni preliminari relative al funzionamento delle più comuni macchine termiche, devono consentire agli allievi di poter impostare in termini generali l'analisi energetica e la valutazione delle prestazioni dei sistemi reali. Alcuni richiami sull'impegno delle fonti energetiche e sulle loro ricadute ambientali consentono inoltre agli studenti di indirizzare la loro formazione verso l'uso razionale dell'energia.

### **REQUISITI**

Fisica I, Chimica

### **PROGRAMMA**

Definizioni e concetti fondamentali: componente, sistema, superficie e volume di controllo, ambiente esterno. Classificazione dei sistemi in relazione al tipo di interazione con l'ambiente esterno. Proprietà termodinamiche, stato termodinamico, processo e trasformazione. Livello termico e temperatura. Calore e lavoro. Primo Principio della Termodinamica. Sistemi chiusi ed energia interna, sistemi aperti ed entalpia. Calori specifici. Equazioni di stato, energia interna ed entalpia di un gas ideale. Trasformazioni fondamentali di un gas ideale. Secondo Principio della termodinamica: entropia. Equazione del Secondo Principio per sistemi aperti. Entropia di un gas ideale. Ciclo di Carnot. Diagrammi termodinamici.

Lavoro massimo ottenibile e definizione dell'exergia. Componenti dell'exergia. Equazione dell'exergia per sistemi chiusi ed aperti. Cicli di riferimento per le macchine termiche a gas. Ciclo Joule, ciclo Otto, ciclo Diesel. Effetti delle irreversibilità sulle prestazioni dei cicli.

Cambiamento di stato e vapori. Diagramma di stato dell'acqua. Definizione di titolo del vapore, entalpia, energia interna ed entropia di una miscela di acqua e vapore. Calore latente di vaporizzazione o condensazione: equazione di Clausius-Clapeyron per il cambiamento di fase. Cenni sui cicli diretti a vapore: ciclo Rankine-Hirn, surriscaldamento, surriscaldamento di vapore e rigenerazione. Macchine frigorifere e pompe di calore. Coefficienti di effetto utile. Fluidi frigoriferi e indice di effetto serra. Espansione di Joule-Thomson. Cenni sui cicli inversi a compressione ed assorbimento di vapore.

Aria umida e grandezze psicrometriche: umidità specifica ed umidità relativa, pressione di saturazione. Entalpia dell'aria umida. Diagramma psicrometrico di Mollier. Trasformazioni dell'aria umida.

Fondamenti di energetica. Fonti primarie e secondarie di energia: classificazione, disponibilità, previsioni e stima dei fabbisogni. Usi finali dell'energia. Sistema energetico italiano. Richiami normativi e figura dell'Energy Manager. Uso razionale dell'energia: cenni sui sistemi ad energia totale e recuperi energetici. Cenni sul sistema tariffario delle fonti energetiche.

### **LABORATORI E/O ESERCITAZIONI**

Durante le esercitazioni sono applicati i concetti sviluppati nella teoria, in particolare per quanto riguarda bilanci di energia ed efficienza dei processi di conversione. Le applicazioni numeriche riguardano i principali cicli termodinamici trattati durante le lezioni. Misure in laboratorio di grandezze termodinamiche.

## BIBLIOGRAFIA

- Appunti del corso e materiale didattico fornito durante le lezioni e le esercitazioni;  
M. Cali, P. Gregorio, "TERMODINAMICA" parte I e II, Progetto Leonardo, Bologna, 1996.  
A. Cavallini, L. Mattarolo, "TERMODINAMICA APPLICATA", CLEUP, Padova, 1992.  
P. Gregorio, "FISICA TECNICA – Esercizi svolti", Levrotto & Bella, Torino, 1995.

## ESAME

Esonero scritto durante lo svolgimento del corso. Esame orale finale.





Anno: 3	Periodo: 2	
Impegno (ore totali)	lezione: 36	esercitazione: 20
Docente:	da nominare	

### PRESENTAZIONE DEL CORSO

L'esperto di sicurezza sul lavoro può svolgere la funzione di responsabile del servizio di prevenzione e di protezione come dipendente di una grande azienda, oppure fornire consulenza ad aziende di medie e piccole dimensioni come libero professionista, o infine svolgere attività ispettiva nell'ambito di un ente di controllo o di certificazione.

In tutti i casi deve immedesimarsi nell'ambiente di lavoro per valutare insieme con gli addetti i rischi specifici dell'attività lavorativa e suggerire i modi per prevenire l'evento dannoso e, nel caso in cui si verifichi, indicare i mezzi per limitare il danno intervenendo sulla macchina, sull'impianto, sui modi di lavorazione e sull'organizzazione aziendale.

Questa attività di individuazione/valutazione dei rischi e di prevenzione/protezione è difficile, delicata e richiede un'esperienza che l'allievo ovviamente non può avere.

Il corso intende fornire le nozioni di base e la metodologia più corretta per svolgere questa funzione, preparare il terreno, le fondamenta sulle quali poi l'allievo potrà costruire la propria professionalità.

A tal fine il corso sia teorico che pratico, si svolgerà in aula e sui posti di lavoro, in diversi ambienti lavorativi per acquisire direttamente sul campo in collaborazione con i responsabili del servizio di prevenzione e di protezione i rudimenti e gli aspetti più complessi dei loro compiti.

Ulteriori approfondimenti del programma del corso saranno definiti dal docente incaricato.

5100	Costanti costruttive e caratteristiche degli acciai	118
5104	Caratteristiche di fondo, servizio ed usi degli acciai	119
5170	Elettrotecnica	123
5180	Enzimaologia ed enzimi	125
5182	Fisica generale II	127
5200	Fisica tecnica	132
5170	Fondamenti di Informatica	136
5180	Fondamenti di Meccanica	142
5210	Programmazione	144
5240	Geometria	146
5240	Geometria	149
5440	Idraulica	150
5260	Impianti speciali industriali	172
5280	Infrastrutture idrauliche	174
5300	Istruzioni di economia	176
5325	Mechanica applicata alla meccanica (Macchine II)	178
5480	Mechanica computazionale e simulazione	180
5340	Mechanica delle macchine	182
5370	Mechanica razionale	185
5390	Progettazione dei meccanismi	187
5430	Progettazione di macchine semplici	189