

Guide ai programmi dei corsi 1995/96

1 Facoltà di Architettura

4 Lettere

7 Prima Facoltà di Ingegneria

9 Ingegneria aerospaziale (Torino)

19 Ingegneria dell'ambiente e delle risorse (Torino)

23 Ingegneria chimica (Milano)

57 Fisica (Torino)

66 Ingegneria elettrica (Alessandria)

91 Ingegneria elettronica (Ivrea, Torino)

111 Ingegneria informatica ed automatica (Ivrea, Torino)

119 Ingegneria delle infrastrutture (Torino)

145 Ingegneria meccanica (Alessandria, Mondovì)

167 Ingegneria delle telecomunicazioni (Aosta)

189 Seconda Facoltà di Ingegneria (Verona)

Ingegneria energetica

Corsi di diploma universitario a distanza (teleformazione)

Ingegneria elettrica

Ingegneria elettronica

Ingegneria informatica ed automatica

Ingegneria meccanica

Ingegneria delle telecomunicazioni

Indice alfabetico degli insegnamenti

POLITECNICO DI TORINO

Prodotto e distribuito da
VITATA LA VENDITA



Edito a cura del CIBEM
Centro Interdipartimentale di
Documentazione e Museo del
Politecnico di Torino
Corso Duca degli Abruzzi 24 - 10129 Torino
Tel. 011 364 6601 - Fax 011 364 6609

Stampato su carta di qualità 150 g a cura di
CLT editrice snc

Corsi di diploma universitario

Indice

- 4 *Facoltà di Architettura*
- 4 Edilizia
- 7 *Prima Facoltà di Ingegneria*
- 9 Ingegneria aerospaziale (Torino)
- 19 Ingegneria dell'ambiente e delle risorse (Torino)
- 35 Ingegneria chimica (Biella)
- 57 Edilizia (Torino)
- 66 Ingegneria elettrica (Alessandria)
- 91 Ingegneria elettronica (Ivrea, Torino)
- 111 Ingegneria informatica ed automatica (Ivrea, Torino)
- 119 Ingegneria delle infrastrutture (Torino)
- 145 Ingegneria meccanica (Alessandria, Mondovì, Torino)
- 167 Ingegneria delle telecomunicazioni (Aosta)
- 189 *Seconda Facoltà di Ingegneria (Vercelli)*
- 189 Ingegneria energetica
- 191 *Corsi di diploma universitario a distanza (teledidattica)*
- 192 Ingegneria elettrica
- 194 Ingegneria elettronica
- 196 Ingegneria informatica ed automatica
- 198 Ingegneria meccanica
- 200 Ingegneria delle telecomunicazioni
- 203 **Indice alfabetico degli insegnamenti**

Le Guide sono predisposte sulla base dei testi forniti dai Consigli di Corso di Diploma.

Distribuzione gratuita

VIETATA LA VENDITA

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

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

Stampato nel mese di agosto 1995 a cura di

CLUT editrice SCRL
Corso Duca degli Abruzzi 24 - 10129 Torino
Tel. 011.542'192

Facoltà di Architettura

Corso di diploma universitario in Edilizia

(Sede di Torino)

Il diploma universitario in *Edilizia* si propone di formare una figura professionale che si colloca nel settore della produzione edilizia, con competenze più affinate e più specializzate rispetto a quelle del diplomato di scuola media superiore e a supporto e corredo delle competenze del laureato architetto ed ingegnere edile, soprattutto nei campi in cui si manifestano consistenti innovazioni di metodo di intervento e di strumentazione.

In particolare al diplomato universitario in Edilizia verranno riconosciute le seguenti competenze:

- direzione di cantieri complessi, sia di nuovo impianto sia di ristrutturazione;
- coordinamento tra i vari settori (impiantistici, strutturali, ecc.) in cui si articola il processo produttivo;
- applicazione di tecnologie di intervento innovative sia in termini di consulenza sia in ruolo di responsabile dell'organizzazione della progettazione tecnico-esecutiva;
- gestione del ciclo produttivo in armonia con le normative pubbliche;
- rilevamento di strutture ed edifici storici in coerenza con i connotati compositivi;
- rilevamento del territorio con capacità di lettura della stratificazione storica;
- valutazione economica e di fattibilità degli interventi;
- responsabilità nelle verifiche amministrativo-burocratiche all'interno di strutture pubbliche e private.

Il quadro didattico è articolato in tre indirizzi e prevede 33 moduli didattici di 50 ore distribuite su sei periodi didattici, due per anno accademico; i 33 moduli corrispondono a non più di 17 esami. I primi tre periodi didattici sono uguali per tutti gli studenti iscritti. Dal terzo periodo didattico in poi il quadro didattico è differenziato per indirizzi. Il quarto periodo didattico comprende, oltre ai moduli, un laboratorio 150 ore di disegno e progetto; il quinto un laboratorio di 100 ore di costruzione o di rilevamento o di gestione, il sesto un tirocinio 200 ore di costruzione o di rilevamento o di gestione. Gli esami sono divisi sui tre anni come segue: 1. anno, sei esami; 2. anno, cinque esami, un laboratorio; 3. anno, cinque esami, un laboratorio, un tirocinio.

Indirizzo *Costruzioni*

Prefigura la formazione di un tecnico capace di padroneggiare le tecnologie costruttive nel loro evolversi e preparato ad applicare le innovazioni agli interventi sull'edilizia esistente. Un tecnico, quindi, munito dei necessari strumenti di carattere tecnologico, compositivo e storico, che sia preparato a svolgere la propria attività sia nel cantiere con compiti direttivi, sia nel processo progettuale con compiti di sviluppo dei progetti, sia nelle strutture pubbliche con compiti di istruttoria e che, in ogni collocazione, abbia la capacità di valutare le implicazioni economiche delle decisioni.

Indirizzo *Rilevamento*

Prefigura la formazione di un tecnico capace di effettuare operazioni di rilevamento anche mediante la strumentazione più aggiornata, sia a scala territoriale che di edificio. In particolare, tale tecnico deve essere in grado effettuare operazioni di restituzione che consentano di comprendere la configurazione del territorio e la forma degli edifici nella

loro strutturazione, in relazione alle consuetudini e ai modi che hanno storicamente presieduto alla loro formazione.

Indirizzo *Gestione*

Prefigura la formazione di un tecnico rivolto ad operare nell'organizzazione e nella gestione degli investimenti edilizi. In particolare, tale tecnico deve essere in grado di effettuare, utilizzando competenze economico-estimative, la valutazione preventiva della redditività degli investimenti immobiliari, la valutazione di rischio, il controllo e la verifica dei profili economici degli interventi e della fattibilità economico-amministrativa, le analisi di mercato, la preventivazione e documentazione contrattuale degli appalti.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

Corsi comuni ai diversi indirizzi

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

- A01B : Istituzioni di matematiche 1
- A02A : Istituzioni di matematiche 2
- K05A : Fondamenti di informatica
- H11X : Disegno edile
- H15X : Fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva
- H15X : Fondamenti di economia ed estimo 1
- H15X : Fondamenti di economia ed estimo 2

1:2 B01A : Fisica

- I05B : Elementi di fisica tecnica
- H12X : Fondamenti di storia dell'architettura
- I14A : Tecnologia dei materiali e chimica applicata
- I05B : Impianti tecnici
- H08A : Elementi di architettura tecnica 1
- H08A : Elementi di architettura tecnica 2

2:1 H07A : Fondamenti di scienza delle costruzioni

- H07B : Fondamenti di tecnica delle costruzioni
- H05X : Topografia generale
- H05X : Elementi di cartografia
- H10A : Elementi di progettazione architettonica 1
- H10A : Elementi di progettazione architettonica 2

2:2 N10X : Legislazione delle opere pubbliche e dell'edilizia 1
Laboratorio di Disegno e progetto (150 ore)

3:1 (H07B) : Consolidamento degli edifici

- (H08B) : Organizzazione del cantiere edile
- (H11X) : Tecniche della rappresentazione

Indirizzo *Costruzione*

2:2 N10X : Legislazione delle opere pubbliche e dell'edilizia 2
 H09B : Tecnica ed economia della produzione edilizia
 H15X : Contabilità dei lavori

3:1 (H09A) : Tecnologia dell'architettura
 (H07B) : Tecnica delle costruzioni (2)
Laboratorio di Costruzione (100 ore)

3:2 (H09B) : Tecnologie della produzione edilizia
 (H09B) : Controllo sicurezza e qualità
 (H13X) : Conservazione e riabilitazione degli edifici
 (H08A) : Recupero e conservazione degli edifici
Tirocinio di Costruzione (200 ore)

Indirizzo *Rilevamento*

2:2 H12X : Cartografia numerica e catasto
 H12X : Storia dell'architettura
 H11X : Rilievo dell'architettura

3:1 (H05X) : Fondamenti di fotogrammetria
 (H05X) : Fotogrammetria applicata
Laboratorio di Rilevamento (100 ore)

3:2 (H05X) : Telerilevamento ambientale
 (H11X) : Rilievo urbano e ambientale
 (H11X) : Rilievo dell'architettura
 (H10A) : Composizione architettonica
Tirocinio di Rilevamento (200 ore)

Indirizzo *Gestione*

2:2 H15X : Elementi di pianificazione territoriale e legislazione urbanistica
 H15X : Economia e gestione delle imprese
 H15X : Economia ed estimo civile

3:1 (H15X) : Valutazione economica dei progetti 1
 (H15X) : Valutazione economica dei progetti 2
Laboratorio di Gestione (100 ore)

3:2 (P02B) : Economia e tecniche di mercato
 (A02B) : Probabilità e statistica
 (H14B) : Urbanistica
 (H09B) : Processi e metodi della produzione edilizia
Tirocinio di Gestione (200 ore)

Prima Facoltà di Ingegneria

Nel presentare i programmi dei diplomi universitari si vuole, come premessa, evidenziare i punti che differenziano il corso di studi del Diploma universitario in ingegneria rispetto alla Laurea in ingegneria.

I corsi sono organizzati in moduli didattici (circa 60 ore, contro le 90 ore medie dei corsi della laurea), e viene dato maggior peso alle applicazioni pratiche ed ai laboratori. Lo studio risulta più stimolante, specialmente per chi non è portato verso approfondite speculazioni matematiche e teoriche. Il taglio degli studi più orientato alle applicazioni consente di abbreviare a 3 anni il corso degli studi (dai 5 della laurea).

Il numero programmato consente un più proficuo contatto con docenti ed esercitatori. Il nuovo tipo di didattica, basato su accertamenti distribuiti lungo il semestre per tutti i corsi, richiede agli allievi un impegno continuativo (viene verificata la presenza a lezioni, esercitazioni e laboratori), ma porta ad un rendimento maggiore in termini di esami superati. Si è verificato che il numero di allievi ripetenti o fuori corso è inferiore rispetto alla media, nonostante le condizioni per il passaggio da un anno al successivo siano più severe di quelle richieste nel corso di laurea.

Dopo il conseguimento del diploma universitario è possibile la continuazione degli studi per il conseguimento di una laurea affine, con l'iscrizione al terzo anno del corso di laurea, ed il riconoscimento di 12, 13 esami.

È anche possibile il passaggio al diploma da parte di coloro che già hanno frequentato alcuni anni dei corsi di laurea. Si fa presente però che, per iscriversi al secondo anno di diploma occorre aver superato corsi equivalenti ad almeno 7 moduli didattici del primo anno. A causa della differenza tra i *curriculum* didattici, non tutti gli esami superati nella laurea sono però riconosciuti nel passaggio al diploma.

Questo evidenzia l'importanza di una corretta scelta iniziale tra laurea e diploma; si tenga anche conto che è più logico proseguire dal diploma verso la laurea, che non fare il passaggio nel verso opposto.

Corso di diploma universitario in **Ingegneria aerospaziale**

(Sede di Torino)

Il diploma universitario in *Ingegneria aerospaziale* soddisfa la domanda di tecnici di livello medio-alto, dotati di competenze tecniche di base e trasversali, capaci di integrarsi facilmente nell'attività industriale accanto alla figura professionale dell'ingegnere laureato. L'area di destinazione è quella dell'ingegneria aerospaziale e, più in generale, dell'ingegneria industriale. Il diplomato ingegnere aerospaziale è un tecnico di elevata preparazione qualificato per affrontare i problemi tecnico-industriali nell'immediato e con formazione sufficientemente estesa e valida per recepire e utilizzare l'innovazione.

La varietà della tipologia delle attività aerospaziali (costruzione di aeromobili, costruzione di motori, sviluppo di sistemi spaziali, attività di progettazione, di produzione e di gestione) è tenuta in conto nella struttura del corso, volta a fornire concetti sulle citate tipologie di attività industriale; concetti che, peraltro, sono forniti senza eccessive specializzazioni, ma piuttosto mirando ad un aspetto formativo e, solo in maniera funzionale a questo, anche informativo.

L'aspetto formativo è basato su discipline specialistiche di tipo aeronautico e spaziale, vertenti sulla meccanica del volo, la fluidodinamica, l'ingegneria strutturale, quella motoristica e quella impiantistica; tali discipline si innestano su quelle di base dell'ingegneria (ad esempio meccanica, elettrotecnica, tecnologie) a loro volte basate sul complesso di discipline propedeutiche (matematica, fisica, chimica, etc.). Se con la sequenza dianzi descritta si mira a fornire la capacità a comprendere l'essenza fisica dei fenomeni, la conoscenza dell'informatica e dei concetti base dell'organizzazione aziendale e della qualità forniranno strumenti operativi di sicuro interesse.

L'approccio didattico costantemente perseguirà razionalità e aggiornamento, con l'applicazione specifica di tecniche e strumenti correntemente in uso nell'industria aerospaziale. Questo sarà reso possibile da una stretta collaborazione con l'industria stessa: tale collaborazione, oltre a estesi interventi didattici, potrà consistere anche in *stages* applicativi o tirocini, e comunque nell'aiuto e nella consulenza per sviluppare progetti esecutivi, relazioni tecniche etc., ivi compresa la preparazione delle tesi o di elaborati finali per il conseguimento del titolo.

Come già detto, la professionalità dell'ingegnere diplomato in ingegneria aerospaziale potrà svilupparsi nei campi

- della progettazione,
- della produzione,
- della gestione,

sia con possibilità di agire in gruppi integrati, sia, in casi di attività più semplici o più spiccatamente di tipo gestionale (produzione e esercizio di mezzi) in piena autonomia.

La tecnologia avanzata dell'attività industriale sarà facilmente, e con profitto, applicabile anche in settori merceologici diversi da quello istituzionale. Il naturale proseguimento degli studi, per il diplomato universitario in Ingegneria aerospaziale che non intenda inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il corso di laurea in Ingegneria aeronautica.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

I moduli contrassegnati dalla stessa lettera (a sinistra della sigla) sono accorpati al fine dell'esame.

1:1	(1. anno, 1. periodo didattico)
A	0 310 P : Istituzioni di matematiche 1
A	0 315 P : Istituzioni di matematiche 2
	0 065 P : Chimica
	0 125 P : Disegno tecnico industriale
	0 240 P : Fondamenti di informatica
1:2	0 320 P : Istituzioni di matematiche 3
B	0 220 P : Fisica 1
B	0 225 P : Fisica 2
	0 475 P : Tecnologia meccanica 1
	0 306 P : Istituzioni di aeronautica
2:1	0 045 P : Calcolo numerico + Statistica matematica
	0 085 P : Comportamento meccanico dei materiali Aerodinamica teorica e sperimentale
	0 150 P : Elementi di meccanica teorica ed applicata
	0 230 P : Fisica tecnica
2:2	0 190 P : Elettrotecnica
	0 111 P : Costruzioni aeronautiche
	0 325 P : Macchine
C	0 381 P : Motori per aeromobili
C	Propulsione spaziale
3:1	Controlli automatici ed elementi di elettronica
	0 352 P : Meccanica del volo spaziale e sistemi spaziali Fluidodinamica numerica
D	Strutture aerospaziali
D	Progettazione aerospaziale assistita dal calcolatore
3:2	E Impianti aerospaziali
E	Affidabilità e qualità dei sistemi aerospaziali
	0 260 P : Gestione aziendale Tecnologie aeronautiche Elementi costruttivi dei motori

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati nell'ordine con cui i corsi sono elencati nel precedente quadro riassuntivo (ordine cronologico di anno e periodo didattico). Sono riportati solo i corsi specifici del diploma in Ingegneria aerospaziale, facendo rinvio alle p. 149-166 per quelli in comune con il diploma in Ingegneria meccanica.

0 306 P Istituzioni di aeronautica

Anno:periodo 1:2

L'obiettivo del corso è quello di fornire una visione di insieme del *sistema aeromobile*.

PROGRAMMA

Concetti di aerodinamica pratica: portanza, resistenza e momento aerodinamico di velature e corpi fusiformi.

Descrizione funzionale di ala, fusoliera, impennaggi, comandi di volo, organi di atterramento e propulsori.

International Standard Atmosphere.

Inviluppo di volo quota – velocità, velocità di salita, autonomia, decollo e atterramento.

Virata e richiamata.

Volo in aria agitata.

Stabilità statica longitudinale e direzionale, effetto diedro, velocità di rollio.

Architettura degli aeroplani.

Cenni sugli elicotteri.

Cenni sui velivoli transatmosferici.

ESERCITAZIONI

Semplici calcoli e disegni. Osservazione di fenomeni in galleria del vento.

Aerodinamica teorica e sperimentale

Anno:periodo 2:1

Obiettivo del corso è fornire le nozioni di base della aerodinamica e della gasdinamica.

PROGRAMMA

Proprietà dei fluidi.

Cinematica e dinamica del campo di moto non viscoso e viscoso.

Flussi nei condotti.

Caratteristiche aerodinamiche dei profili alari, delle ali e delle fusoliere in corrente incompressibile e compressibile.

Flussi separati e interazione flussi viscosi e non viscosi.

Sistemi di alta portanza.

Flussi vorticosi su ali di piccolo allungamento.

Interferenza ala – fusoliera, ala – gondole.

Effetti delle alte temperature.

ESERCITAZIONI. Di tipo numerico e sperimentale.

0 111 P Costruzioni aeronautiche

Anno: periodo 2:2

Obiettivo del corso è introdurre gli allievi alla comprensione delle funzioni e delle possibili soluzioni costruttive dei principali elementi strutturali degli aeromobili.

PROGRAMMA

Principali elementi strutturali: funzioni e soluzioni progettuali.

Diagrammi di raffica e di manovra: prescrizioni regolamentari.

Richiami sulla flessione, taglio e torsione nelle travi.

Travi flangiate.

Strutture a guscio rinforzate.

Il modello dal semiguscio ideale.

Flussi di taglio nei pannelli.

Tensioni correttive.

Stabilità di travi compresse: coefficienti di vincolo, instabilità, di tipo flessionale, instabilità locale e *crippling*, instabilità torsionale e flesso-torsionale.

Pannelli sollecitati a compressione e taglio: stabilità dell'equilibrio e comportamento post-critico.

ESERCITAZIONI. Disegni, calcoli e rilievo di prove in laboratorio.

0 381 P Motori per aeromobili

Anno: periodo 2:2

Nel modulo si intende descrivere i turbomotori e i principali propulsori a getto di impiego aeronautico, e presentarne i principi del funzionamento, fornendo altresì gli elementi di calcolo e di interpretazione delle curve di prestazione.

PROGRAMMA

Generalità sulla spinta, rendimenti, consumi.

Applicazione alla propulsione aeronautica dello studio dei cicli a gas; influenza delle principali variabili termodinamiche.

Cenni a problemi di termo-fluidodinamica di interesse propulsivo; calcolo della temperatura di combustione adiabatica.

Presentazione delle mappe manometriche dei componenti; grandezze adimensionate o corrette; relazioni di congruenza e individuazione dei parametri di regolazione interna. Studio delle prestazioni dei turbomotori e dei turbopropulsori nel comportamento regolato.

Descrizione del comportamento delle prese d'aria, dei combustori, degli ugelli propulsivi; problemi di accoppiamento presa d'aria - propulsore.

Cenni al sistema combustibile e al controllo del combustibile. Miscellanea di componentistica.

Propulsione spaziale

Anno:periodo 2:2

Nel modulo, premessa una presentazione delle esigenze propulsive del volo spaziale in generale e dei riflessi sull'architettura dei veicoli spaziali, si concentra l'attenzione sull'illustrazione dei principi di funzionamento dei propulsori spaziali di più comune impiego, gli endoreattori chimici, di cui vengono altresì illustrati esempi.

PROGRAMMA

Esigenze propulsive; prestazioni dei veicoli a razzo; *staging*.

Classificazione degli endoreattori; definizioni di prestazioni di comune impiego in raz-zotecnica; descrizione dei sistemi propulsivi dello Space Shuttle.

Modello di endoreattore ideale; determinazione delle condizioni in camera di combu-stione; espansione dei gas combusti; tipologia degli ugelli.

Endoreattori a propellenti liquidi: caratteristiche dei propellenti liquidi; e sistemi di ali-mentazione dei propellenti; descrizione della componentistica.

Endoreattori a propellenti solidi: classificazione e caratteristiche dei propellenti solidi; balistica interna; geometrie del grano.

Cenni sugli endoreattori a propellenti ibridi.

Controlli automatici ed elementi di elettronica

Anno:periodo 3:1

Obiettivo del corso è l'introduzione degli allievi al concetto di sistema controllato mec-canico, elettrico od elettronico, nell'ottica delle specifiche esemplificazioni ed applica-zioni al progetto aerospaziale.

PROGRAMMA

Generalità sui sistemi; sistemi controreazionati e servomeccanismi.

Metodi di indagine sui servomeccanismi e stabilità.

Comandi di volo quali tipici servomeccanismi aeronautici.

Autopiloti, aumentatori di stabilità, sensibilità artificiale.

Sistemi di dati d'aria e d'assetto.

Sistemi di radionavigazione, di navigazione inerziale e relativi apparati.

Componenti di circuiti elettrici ed elettronici mirati all'espletamento di tipiche funzioni specifiche.

ESERCITAZIONI. Calcoli, simulazioni numeriche ed esperienze di laboratorio su ser-vomeccanismi e circuiti.

0 352 P **Meccanica del volo spaziale e sistemi spaziali**

Anno:periodo 3:1

Obiettivo del corso è introdurre gli allievi alle problematiche della meccanica del volo spaziale illustrando come da esse discendano le caratteristiche tecniche delle varie categorie dei veicoli spaziali.

PROGRAMMA

Legge della gravitazione universale; traiettorie kepleriane.

Il problema dei tre corpi (cenni).

Orbite dei satelliti artificiali.

Immissione in orbita di satelliti artificiali.

Traiettorie interplanetarie.

Missioni extra sistema solare.

Problemi di *docking* (cenni).

Lanciatori.

Satelliti artificiali (scientifici, per telecomunicazione, etc.).

Sottosistemi di satelliti artificiali (struttura, termico, controllo d'assetto, carico utile).

Navette spaziali e velivoli transatmosferici.

Stazioni spaziali.

Cenni a normative e organizzazioni nella attività spaziale.

ESERCITAZIONI. Calcoli e simulazioni al *computer*.

Fluidodinamica numerica

Anno:periodo 3:1

Obiettivo del corso è quello di introdurre i principali metodi di soluzione numerica delle equazioni della meccanica dei fluidi.

PROGRAMMA

Proprietà generali delle equazioni differenziali alle derivate parziali e trasformazioni delle equazioni.

Metodo dei pannelli per flussi non viscosi irrotazionali.

Discretizzazione mediante metodi alle differenze finite, volumi finiti ed elementi finiti.

Metodi numerici per le equazioni di Navier-Stokes incompressibili e compressibili.

Generazione di griglie.

Strutture aerospaziali

Anno:periodo 3:1

Obiettivo del corso è quello di fornire agli studenti nozioni fondamentali all'analisi strutturale in campo aerospaziale.

PROGRAMMA

Richiami di nozioni fisiche di base e di analisi matematica.

Formulazione fisica del problema della stabilità.

Problematiche dell'individuazione dei limiti critici.

Stabilità statica: metodi dell'equilibrio adiacente e del potenziale totale.

Stabilità dinamica: il piano delle fasi.

Identificazione dei problemi di stabilità come problemi di autovalori e relativi limiti di applicabilità.

Metodologie di soluzione numerica di problemi di autovalori.

Studio di modelli elementari con problemi di stabilità.

Esempi pratici di interesse ingegneristico della stabilità.

Formulazione del problema di ottimizzazione e relative metodologie di soluzione.

Formulazione del problema termoelastico e relative metodologie di soluzione.

Richiami del modello trave di Eulero.

Richiami del modello piastra di Kirchhoff.

Fondamenti del metodo degli elementi finiti.

Formulazione dell'elemento finito trave.

Formulazione dell'elemento finito piastra.

Implementazione di tali elementi in codici commerciali.

Problematiche della meshatura.

ESERCITAZIONI. Applicazioni del metodo degli elementi finiti.

Progettazione aerospaziale assistita dal calcolatore

Anno:periodo 3:1

Obiettivo del corso è introdurre l'utilizzo del *computer* come strumento di progettazione (disegno e calcolo).

PROGRAMMA:

Il CAD: principi generali.

Utilizzo dei sistemi CAD per la rappresentazione di complessivi meccanici.

Il CAD-CAM.

Sistemi CAD di corrente utilizzo industriale.

ESERCITAZIONI. Essenzialmente pratiche con l'uso del *computer*.

Impianti aerospaziali

Anno: periodo 3:1

Obiettivo del corso è introdurre gli allievi ai concetti della progettazione sistemistica e alla conoscenza degli impianti di bordo.

PROGRAMMA

Generalità sulla impiantistica di bordo.
Comandi di volo.
Carrelli di atterraggio.
Generazione di potenza secondaria.
Impianti idraulico, elettrico, pneumatico e APU.
Avviamento motori.
Impianti condizionamento, antighiaccio e combustibile.
Arredamento.
Strumentazione di bordo.
Sistemi avionici: esempi di architettura e loro definizioni.

ESERCITAZIONI

Calcoli, disegni, simulazioni al *computer* e rilievi in laboratorio su banchi didattici.

Affidabilità e qualità dei sistemi aerospaziali

Anno: periodo 3:2

Obiettivo del corso è introdurre gli allievi ai concetti della affidabilità e della qualità di prodotto e di processo.

PROGRAMMA

Definizione di qualità e qualità del prodotto.
Definizione di affidabilità.
Modelli affidabilistici dei guasti d'usura e dei guasti casuali.
Affidabilità dei sistemi e schemi a blocchi.
Sviluppo dell'affidabilità.
Sicurezza e tecniche per perseguirla.
Manutenibilità, manutenzione e sistemi di supporto logistico.
Qualità del progetto e qualità del *software*.
Qualità in produzione e negli approvvigionamenti.
Controllo di qualità.
Forme organizzative per la qualità.
Miglioramento della qualità.

ESERCITAZIONI. Calcoli ed applicazioni al calcolatore.

Tecnologie aeronautiche

Anno:periodo 3:2

Obiettivo del corso è introdurre i concetti base delle tecnologie aeronautiche, fornendo un'idea il più possibile completa della produzione aerospaziale.

PROGRAMMA

Impostazione della configurazione e piano di sviluppo per la realizzazione di un velivolo.

Materiali per gli elementi della struttura.

Processi tecnologici: colata, deformazione a caldo, deformazione a freddo, sinterizzazione, processi per compositi e per gomme.

Pulitura delle superfici.

Processi di ricopertura.

ESERCITAZIONI

Disegni, calcoli e rilievi in laboratorio. Visite guidate a stabilimenti.

Elementi costruttivi dei motori

Anno:periodo 3:2

Obiettivo del corso è fornire ai progettisti / analisti le basi per poter impostare in modo critico un calcolo, agli elementi finiti e non, di tipici elementi strutturali dei motori aeronautici, con particolare riguardo alla comprensione fisica del fenomeno studiato ed all'analisi critica dei risultati ottenuti.

PROGRAMMA

Nozioni preliminari.

Algebra matriciale.

Richiami di scienza delle costruzioni.

Fondamenti del metodo degli elementi finiti.

Rassegna critica di alcuni esempi di applicazione.

ESERCITAZIONI. Applicazioni numeriche in aula.

Corso di diploma universitario in Ingegneria dell'ambiente e delle risorse

(Sede di Torino)

Il diploma universitario in *Ingegneria dell'ambiente e delle risorse* intende promuovere una figura di tecnico intermedio che, come noto, inserendosi fra il diplomato ed il laureato tradizionale, possa rispondere ad alcune moderne richieste di professionalità nel comparto ambientale, senza nulla togliere alle competenze del laureato in Ingegneria per l'ambiente ed il territorio.

Il percorso didattico previsto consente di fornire le competenze professionali per operare nel settore dei controlli ambientali, applicati alle acque superficiali e sotterranee, all'atmosfera e al territorio. Mai come oggi, infatti, una figura professionale in grado di operare un *controllo* dell'ambiente e garantire una concreta *sicurezza* ambientale si pone, anche alla luce dei più recenti avvenimenti, come elemento fondamentale all'interno del complesso quadro della valutazione e della gestione globale delle risorse.

Il quadro didattico prevede trenta moduli egualmente distribuiti su sei periodi didattici. Nei primi quattro si collocano materie obbligatorie sul piano nazionale; negli ultimi due (terzo anno) si collocano invece materie che esprimono le scelte operate a livello locale. All'interno di questo DU non sono previsti orientamenti: si è infatti preferito concentrare le risorse scientifiche e didattiche disponibili sul gruppo di discipline orientate al solo controllo dell'ambiente, in quanto in grado di creare una figura professionale più rispondente alle attuali esigenze del mondo del lavoro.

Il naturale proseguimento degli studi, per il diplomato universitario in Ingegneria dell'ambiente e delle risorse che non intenda inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il corso di laurea in Ingegneria per l'ambiente e il territorio.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

1:1	(1. anno, 1. periodo didattico) Istituzioni di matematiche 1 Istituzioni di matematiche 2 Fondamenti di informatica Chimica Tecniche della rappresentazione
1:2	Fisica 1 Fisica 2 Istituzioni di matematiche 3 Probabilità e statistica Fondamenti di economia per l'ingegneria
2:1	Topografia generale Idraulica e controlli idraulici Fondamenti di scienza delle costruzioni Fluidodinamica ambientale Elettrotecnica e impianti elettrici
2:2	Rilevamento geologico-tecnico Tecnica degli scavi e dei sondaggi Elementi di ingegneria chimica ambientale Fondamenti di ecologia applicata Fisica tecnica ambientale
3:1	Meccanica dei fluidi sotterranei Fondamenti di ingegneria sanitaria e ambientale Impianti e sicurezza ambientale Geotecnica ambientale Sistemi di telecontrollo ambientale
3:2	Controlli geofisici Telerilevamento e fotointerpretazione Misure e controlli idrologici + Misure e controlli geotecnici Controlli e misure di cantieri + Sicurezza degli impianti di trattamento Misure e prove idrogeologiche applicative + Geochimica ambientale

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati nell'ordine con cui i corsi sono elencati nel precedente quadro riassuntivo (ordine cronologico di anno e periodo didattico).

Istituzioni di matematiche 1

Anno:periodo 1:1

Il corso è composto da due parti. Gli scopi della prima parte sono:

- omogeneizzare il linguaggio matematico di base;
- ripassare le nozioni fondamentali di algebra e di geometria analitica;
- introdurre il concetto di funzione e i grafici delle funzioni elementari;
- sviluppare la capacità di tracciare i grafici delle funzioni elementari, sottoponendoli alle trasformazioni del piano (traslazioni, simmetrie, dilatazioni, ...);
- equazioni, disequazioni e sistemi.

Dopo una premessa sui numeri complessi, la seconda parte del corso mira a presentare allo studente le tecniche di base dell'algebra lineare, portandolo a operare sulle matrici, risolvere e discutere i sistemi lineari, calcolare autovalori e autovettori.

PROGRAMMA

Nozioni fondamentali su insiemi, operazioni su insiemi, insiemi numerici.

Piano cartesiano. Richiami di geometria analitica: equazioni di rette e di coniche in riferimento canonico.

Il concetto di funzione. Funzioni polinomiali, valore assoluto e funzioni razionali. Trasformazioni del piano e grafici di funzioni.

Equazioni e disequazioni polinomiali, razionali, con il valore assoluto.

Funzioni radice.

Funzioni esponenziali e logaritmiche.

Richiami di trigonometria; funzioni trigonometriche.

Applicazione alla soluzione di equazioni e di disequazioni algebriche e trascendenti.

Numeri complessi. Polinomi in campo complesso.

Algebra lineare: matrici e operazioni sulle matrici. Determinanti. Sistemi lineari.

Autovalori e autovettori di una matrice quadrata.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali ed esercitazioni al calcolatore sulla grafica di funzioni.

Istituzioni di matematiche 2

Anno:periodo 1:1

L'obiettivo del corso è quello di presentare i concetti di base del calcolo differenziale e integrale per le funzioni di una variabile per mettere in grado lo studente di utilizzare limiti, derivate, integrali, sviluppi di Taylor ed equazioni differenziali in problemi di carattere matematico e di carattere applicativo.

PROGRAMMA

Proprietà fondamentali dei numeri reali.

Funzioni composte e funzioni inverse.

Limiti e continuità.

Derivazione: proprietà e calcolo delle derivate.
 Proprietà delle funzioni continue e delle funzioni derivabili in un intervallo.
 Infiniti e infinitesimi. Sviluppi di Taylor.
 Applicazione delle nozioni apprese allo studio del grafico di una funzione e alla soluzione di equazioni.
 Integrale definito; integrale indefinito e primitive. Metodi di integrazione.
 Equazioni differenziali: alcuni tipi di equazioni del primo ordine.
 Equazioni differenziali del secondo ordine a coefficienti costanti.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali e esercitazioni al calcolatore sulla grafica di funzioni e sulla soluzione approssimata di equazioni algebriche e trascendenti e di equazioni differenziali.

Fondamenti di informatica

Anno:periodo 1:1

Il corso si propone di presentare i concetti base dell'informatica e dei sistemi di elaborazione, nei vari aspetti *hardware*, *software* ed applicativo, con particolare riguardo agli strumenti e alle applicazioni per il settore ambientale. Particolare attenzione è data al momento sperimentale su elaboratore al fine di fornire agli allievi un buon livello di manualità informatica, specie nell'uso di programmi di produttività individuale.

PROGRAMMA

Rappresentazione e codifica dell'informazione negli elaboratori.
 Architettura degli elaboratori: le macro componenti *hardware*: CPU, memoria, periferiche, etc.; le macro-componenti *software*: sistemi operativi, DBMS, linguaggi, etc.
 Cenni di algebra di Boole.
 Cenni di programmazione con linguaggi evoluti.
 Cenni di reti di calcolatori.
 Cenni di base di dati.
 Strumenti di produttività: *word processor*; fogli elettronici; *project management*.
 Strumenti automatici di rappresentazione geometrica.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni al calcolatore sui vari argomenti trattati.

Chimica

Anno:periodo 1:1

Il corso si propone di fornire le basi teoriche e gli esempi applicativi necessari per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici, con particolare riferimento a reazioni e materiali di interesse ingegneristico.

PROGRAMMA

Chimica generale.
 Teoria atomica e struttura dell'atomo. Configurazione elettronica. Sistema periodico degli elementi.
 Legame chimico e formazione di composti.
 Sistemi chimico-fisici e stati di aggregazione della materia. Stato gassoso: leggi dei gas; gas ideali e reali. Stato solido: reticolo cristallino e cella elementare. Soluzioni solide. Stato liquido: tensione di vapore, crioscopia ed ebullioscopia.

Effetto termico delle reazioni. Velocità di reazione. Equilibri omogenei ed eterogenei.
 Legge dell'azione di massa e regola delle fasi.
 Soluzioni di elettroliti. pH. Idrolisi. Prodotto di solubilità.
 Elettrochimica; potenziali di ossido-riduzione; fenomeni di corrosione.
Chimica inorganica.
 Reattività di metalli e non metalli ed esempi di reazioni di interesse ingegneristico.

Tecniche della rappresentazione

Anno:periodo 1:1

Obiettivo del corso è offrire un percorso didattico per riuscire a coordinare le diverse espressioni tecniche della rappresentazione come complementari e derivanti dal linguaggio di base del disegno, impostando a livello metodologico una rassegna critica delle diverse elaborazioni con particolare riguardo all'impiego di strumentazioni e tecnologie informatiche. I contenuti disciplinari sono scelti con specifico riferimento alle esigenze per la formazione di tecnici orientati verso il controllo ambientale in relazione al *curriculum* didattico del corso di diploma e con riferimento alle inerenti prassi professionali.

PROGRAMMA

Richiami dei fondamentali sistemi di rappresentazione grafica: dai principi geometrici alle codificazioni simbologiche del linguaggio tecnico dei diversi campi applicativi.
 Rassegna critico-analitica di alcuni tipi di rappresentazioni grafiche (o altre) per i sistemi ambientali: relazioni tra metodi e contenuti, tra elaborazioni specifiche e strumentazioni alle diverse scale, dai manufatti, ai sistemi a rete, alle infrastrutture territoriali, ecc.
 Rappresentazione e sistemi informativi geografici e territoriali: elementi sulla potenzialità di elaborazione automatica dei dati come ausilio all'operatore tecnico, evoluzione storica e prospettive analizzate su alcuni esempi.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni pratiche legate ai singoli argomenti o alle tematiche della trattazione teorica come parte applicativa del corso e verifica costante della formazione acquisita.

Fisica 1

Anno:periodo 1:2

Obiettivo del corso è fornire agli studenti i principi fisici della meccanica e delle leggi di conservazione; approfondire le proprietà meccaniche dei solidi e dei liquidi con particolare attenzione ai nuovi materiali, studiare i principi della termodinamica classica e le loro applicazioni.

PROGRAMMA

Concetto di misura di grandezze fisiche e analisi dell'errore.
 Principi fisici della meccanica dei corpi puntiformi: conservazione dell'energia meccanica, della quantità di moto e del momento angolare.
 Classificazione delle forze: forze elastiche, gravitazionali, elettriche e magnetiche, e concetto di campo di forza; forze di attrito.
 Proprietà meccaniche dei solidi e dei liquidi.
 Statica e dinamica dei solidi e dei liquidi.

Termodinamica: temperatura e calore; generazione, trasporto e dissipazione del calore; primo e secondo principio con applicazione ai gas perfetti.

Fisica 2

Anno:periodo 1:2

Obiettivo del corso è studiare le oscillazioni meccaniche ed elettriche; fornire le leggi della propagazione delle onde longitudinali e trasversali applicate rispettivamente alle onde acustiche e luminose; fornire le conoscenze di base dell'ottica geometrica e la loro applicazione agli strumenti ottici.

PROGRAMMA

Oscillazioni meccaniche: oscillatore armonico semplice, smorzato, forzato e risonanza. Moto ondulatorio; onde acustiche.

Campi elettromagnetici dipendenti dal tempo e onde elettromagnetiche.

Ottica geometrica e strumenti ottici.

Fenomeni di ottica ondulatoria e interferometri.

Propagazione di onde elettromagnetiche in mezzi anisotropi: fenomeni di polarizzazione della luce.

Istituzioni di matematiche 3

Anno:periodo 1:2

L'obiettivo del corso è quello di presentare i concetti di base della geometria dello spazio e della rappresentazione analitica di superfici e di curve. Vengono poi introdotti i fondamenti di calcolo differenziale per funzioni di più variabili e di integrazione multipla e su curve e superfici con particolare attenzione alle applicazioni alla geometria delle masse.

PROGRAMMA

Geometria dello spazio. Coordinate cartesiane nello spazio. Vettori nello spazio. Prodotto scalare, vettoriale e misto.

Cambiamenti di coordinate nello spazio.

Rappresentazione di piani e rette nello spazio.

Rappresentazione di superfici nello spazio (coni, cilindri, quadriche) e di curve.

Funzioni di più variabili a valori reali. Derivate parziali, gradiente, differenziale.

Integrazione multipla con applicazione alla geometria delle masse (volumi, baricentri, momenti d'inerzia).

Integrazione su curve e superfici. Teoremi di Green, Gauss e Stokes.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali, con particolare attenzione a problemi applicativi.

Probabilità e statistica

Anno:periodo 1:2

L'obiettivo del corso è quello di introdurre alle idee di base del calcolo delle probabilità e della statistica, con particolare attenzione alle applicazioni direttamente connesse con i corsi seguenti e le necessità professionali del diplomato.

PROGRAMMA

Introduzione al calcolo statistico e presentazione di un pacchetto *software*.

Elementi di calcolo delle probabilità: definizioni e regole di calcolo.

Formula di Bayes.

Cenni sulle principali distribuzioni teoriche (a variabile discreta e continua).

Statistica descrittiva: distribuzioni sperimentali, indici di distribuzione, di posizione e di dispersione.

Teoria della stima: distribuzioni campionarie, stima, test statistici, intervalli di fiducia.

Cenni di analisi della varianza e regressione lineare.

Selezione di applicazioni a controllo di qualità, affidabilità, pianificazione degli esperimenti, analisi delle serie storiche, indagini campionarie.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali e utilizzo di un pacchetto applicativo statistico.

Fondamenti di economia per l'ingegneria

Anno:periodo 1:2

Il corso ha lo scopo di fornire gli elementi conoscitivi necessari per comprendere gli aspetti economici dei problemi ingegneristici che nascono nel rapporto tra le attività produttive e l'ambiente naturale.

Per questo motivo il corso illustra sia il contesto macroeconomico in cui la produzione si inserisce, sia i principi e gli strumenti operativi essenziali della gestione economica della produzione, nell'ottica della compatibilità dell'impiego delle risorse naturali con la tutela dell'ambiente.

PROGRAMMA

Una prima parte introduttiva ha lo scopo di presentare i concetti di base dell'economia e di illustrare la struttura e il funzionamento del sistema economico nazionale, con particolare riguardo al ruolo e al significato economico delle risorse naturali.

Una seconda parte ha per oggetto gli strumenti essenziali della gestione economica, sia dell'impresa privata che della funzione pubblica (dal calcolo attuariale alla contabilità aziendale, ai criteri di valutazione e scelta delle alternative, alla relazione costi / benefici).

Una terza parte riguarda la gestione degli specifici problemi di economia ambientale, trattando dei diversi metodi tradizionali di contabilizzazione dei costi ambientali e dei nuovi strumenti di analisi per la gestione economico-ambientale d'impresa nell'ottica della produzione sostenibile e nel quadro della normativa ambientale vigente (analisi energetica, ciclo di vita dei materiali, ecobilanci, *audit* ambientale).

Topografia generale

Anno:periodo 2:1

Il corso è orientato a fornire le conoscenze di base sulla scienza del rilevamento in generale ed i necessari mezzi per l'interpretazione e il corretto uso della cartografia ufficiale italiana.

PROGRAMMA

Elementi di geodesia. Campo della gravità terrestre. Superfici di riferimento: geoidi, ellissoide. Teoremi della geodesia operativa. Campo geodetico e topografico.

Cartografia. Tipi di rappresentazioni. La cartografia ufficiale italiana (IGMI, UTM, catastale, tecnica). Deformazioni delle carte, con particolare riferimento alla cartografia italiana.

Teoria delle misure. Richiami di statistica e calcolo delle probabilità. Misure dirette e indirette.

Operazioni topografiche. Misura di angoli azimutali e zenitali. Misura delle distanze con EDM. Misura diretta e indiretta dei dislivelli. Cenni su misure satellitari GPS.

Metodi di rilievo topografici. Rilievo di dettaglio, celerimensura. Rilievo di inquadramento: intersezioni, poligonalì. Generalità su reti trigonometriche e di livellazione.

ESERCITAZIONI

Operazioni sulla carta di Gauss. Calcolo di poligonalì, intersezioni, reti di livellazione. Misure angolari con strumenti ottico-meccanici, misure di distanza e dislivello.

Idraulica e controlli idraulici

Anno:periodo 2:1

PROGRAMMA

Idrostatica e relative misure.

Idrodinamica delle correnti a pelo libero.

Cenni di idrodinamica delle correnti in pressione.

Fenomeni di filtrazione naturale e artificiale.

Misure di livello. Sensori. Trasduttori.

Misure di velocità e di portata in acque superficiali e sotterranee.

Cenni di trasporto solido e relative misure.

Rilievi di morfologia fluviale da aerofotogrammetria e da misure di campagna.

Regolazione delle reti a pelo libero.

Regolazione delle reti in pressione.

Apparecchiature di controllo in reti a pelo libero e in pressione.

Fondamenti di scienza delle costruzioni

Anno:periodo 2:1

Il corso si prefigge di illustrare gli aspetti di base del comportamento strutturale e della progettazione. Verranno trattati i fondamenti della statica, della teoria dell'elasticità, della teoria delle travi inflesse e della resistenza dei materiali.

Le lezioni si articoleranno nella trattazione teorica degli argomenti del programma e nello sviluppo di esempi applicativi.

PROGRAMMA

Richiami di statica e geometria delle aree.

Caratteristiche della sollecitazione in strutture isostatiche.

Cenni di teoria dell'elasticità e problema di Saint Venant.

Sollecitazioni semplici: sforzo normale, flessione, taglio, torsione.

Verifica della sicurezza.

Deformazione di travi inflesse.

Cenni sull'instabilità elastica.

Calcolo di strutture iperstatiche.

Cenni su strutture metalliche, in cemento armato ordinario e precompresso.

Fluidodinamica ambientale

Anno:periodo 2:1

Materia del corso è la dinamica dei moti naturali dell'atmosfera e delle acque. Elementi fondamentali del corso sono la genesi e l'evoluzione della vorticità, la convezione naturale, le caratteristiche dei flussi turbolenti, con particolare riguardo alla loro capacità di dispersione.

PROGRAMMA

Le equazioni fondamentali dei moti di fluido.

Moti vorticosi: genesi ed evoluzione della vorticità.

Fluidi stratificati: instabilità statica, convezione naturale.

Moti turbolenti: aspetti di caos e ordine, descrizione statistica.

Dispersione turbolenta: statistica di una classe di traiettorie, il processo di Wiener, il modello diffusivo, proprietà e limiti del modello.

Innalzamento degli effluenti gassosi.

Meccanismi di deposizione al suolo di particelle sospese.

Elettrotecnica e impianti elettrici

Anno:periodo 2:1

Il corso ha lo scopo di fornire le nozioni fondamentali di elettrotecnica e di illustrare i criteri di progetto e verifica degli impianti elettrici, con particolare attenzione alla sicurezza e alla normativa tecnica.

PROGRAMMA

Reti elettriche in regime stazionario e quasi stazionario.

Sistemi trifase.

Cenni sulle principali macchine elettriche.

Impianti elettrici a media tensione e bassa tensione in ambienti industriali: progettazione e verifica di impianti di distribuzione dell'energia elettrica.

Sicurezza elettrica; protezione contro i contatti diretti e indiretti; impianti elettrici in ambienti speciali.

Rilevamento geologico-tecnico

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

Il rilevamento sul terreno in funzione delle diverse esigenze progettuali.

Scelta delle prove geognostiche *in situ* e prescrizioni esecutive.

Prelievo di campioni, loro trasporto, scelta delle indagini di laboratorio: tipo, quantità, modalità di prova.

Discussione dei risultati delle prove.

Elaborazione dei dati sperimentali: correlazioni tra composizione mineralitologica e proprietà tecniche delle rocce.

Rilevamento finalizzato alla redazione di carte tematiche e specialistiche: carte di rischio.

Rilievo ed interpretazione aerofotogeologica.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni, svolte interamente sul terreno, costituiscono la parte fondamentale del corso ed implicano il riconoscimento geologico e geotecnico di formazioni *in situ* e l'individuazione di tutte le analisi e le indagini necessarie per la redazione di un progetto definitivo.

Tecnica degli scavi e dei sondaggi

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

Generalità sugli scavi a giorno ed in sotterraneo: problematiche e tecniche di impatto ambientale.

I sondaggi di esplorazione geologica, geoidrologica e geotecnico-geomeccanica.

Le operazioni di scavo sul suolo e nel sottosuolo nei diversi tipi di rocce e terreni, con diverse finalità.

L'abbattimento delle rocce con esplosivi e con macchine puntuali ed integrali (in rocce e terreni).

La viabilità di accesso, le aree di cantiere, le discariche del marino.

L'impatto ambientale degli scavi.

L'uso del sottosuolo come fattore di gestione e salvaguardia dell'ambiente: vantaggi e problematiche tecniche ed economiche.

Criteri costruttivi per il riuso finalizzato, in sicurezza ed economia, degli spazi residui di coltivazioni minerarie.

La gestione e la mitigazione dell'impatto ambientale.

Elementi di ingegneria chimica ambientale

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

Sostanze tossiche ed elementi di tossicologia.

Inquinamento e "destino" degli inquinanti.

Equilibrio chimico in sistemi complessi.

Fenomenologie di trasporto in diverse matrici ambientali: acqua, aria, solidi.

Ingegneria delle reazioni chimiche ambientali: approcci teorici, progetto di esperimenti, analisi dei dati.

Principi della catalisi fotochimica e delle reazioni disperse.

Elementi di biologia, microbiologia ed ingegneria delle reazioni biologiche ambientali.

Interazioni ambientali tra matrici e popolazioni microbiche complesse: sinergie e competizioni.

Metodi e strategie per la minimizzazione di inquinanti nell'ambiente: approccio sistematico nell'analisi dei cicli di produzione; analisi del ciclo di vita dei beni e prodotti.

Principi e tecnologie per la limitazione di inquinanti in flussi di aria:

- eliminazione di particelle sospese, sostanze gassose, sostanze allo stato di vapore;
- di acqua: trattamenti meccanici, chimico-fisici, biologici;
- di solidi: raccolte differenziate e riciclaggio, trattamenti biologici e termici.

Principi e tecnologie per la riduzione della tossicità di matrici tossico-nocive:

- trattamenti chimico-fisici: elettrocinetici, ultrafiltrazione, estrazione con solventi, desorbimento a bassa temperatura, preevaporazione, raggi X e UV, assorbimento, adsorbimento;
- stabilizzazione-solidificazione: chimica, fisica, termica, polimerica;
- vetrificazione: termica, chimica; trattamenti biologici: aerobici, anaerobici, misti.

Principi per la bonifica e recupero di aree compromesse (terreni e falde acquifere): tecniche sperimentali e simulazione per la stima del danno ambientale; trattamenti *in situ* ed *ex situ*: meccanici, chimico-fisici, *bioremediation*.

Fondamenti di ecologia applicata

Anno: periodo 2:2

Lo scopo del corso è quello di fornire i principi del funzionamento degli ecosistemi accanto ad un approfondimento dei problemi relativi alla conservazione della natura e delle sue risorse.

PROGRAMMA

Struttura e stato di conservazione degli ecosistemi: ecosistemi terrestri, ambienti marini e costieri, ambienti delle acque interne, parchi terrestri e aree marine protette, paesaggio.

Energia nei sistemi ambientali.

Problema energetico nell'ambiente umano.

Conservazione della natura e delle sue risorse.

Sostenibilità dello sviluppo.

Fisica tecnica ambientale

Anno: periodo 2:2

Il corso vuole fornire le informazioni atte a rendere familiare l'allievo con gli strumenti esistenti per un corretto controllo delle grandezze termo-igrometriche, illuminotecniche ed acustiche entro spazi confinati.

PROGRAMMA

Termodinamica. L'energia, le sue fonti e le sue trasformazioni, principi di termodinamica e di energetica, proprietà termodinamiche dei fluidi, psicrometria.

Trasmissione del calore. Fenomeni di trasferimento dell'energia termica, modelli matematici rappresentativi dei fenomeni, metodi e strumenti di misura.

Illuminazione. Il fenomeno luminoso e la sua valutazione fisica e fisiologica, produzione, propagazione e ricezione dell'energia luminosa in ambienti confinati e non, metodi di prima approssimazione per le verifiche quantitative, metodi e strumenti di misura.

Acustica. Il fenomeno acustico e la sua valutazione fisica e fisiologica, produzione, propagazione e ricezione dell'energia sonora in ambienti confinati e non, metodi di prima approssimazione per le verifiche quantitative, metodi e strumenti di misura.

Sistema ambientale interno. Requisiti, apparecchi di misura e tecniche di controllo del microclima (umidità, temperatura, qualità dell'aria), requisiti e tecniche di controllo delle grandezze luminose ed acustiche negli ambienti confinati; condizioni convenzionali di progetto.

Normativa.

Meccanica dei fluidi sotterranei

Anno:periodo 3:1

Il corso si propone di fornire le conoscenze scientifico-tecniche necessarie per valutare e proteggere le risorse idriche sotterranee.

PROGRAMMA

Proprietà dei fluidi sotterranei e delle formazioni con fluidi utili; teoria dell'infiltrazione e distribuzione dell'acqua nel sottosuolo.

Classificazione dei sistemi acquiferi; caratteristiche ed interpretazione di rilevati piezometrici.

L'equazione di Darcy: applicazioni e limiti di validità.

I pozzi per acqua: metodi di perforazione e modalità di completamento, sviluppo e stimolazione; prove in pozzo durante la realizzazione dell'opera.

Determinazione dei parametri idrologici mediante prove di pompaggio ed interferenza per flusso in regime permanente, stabilizzato e transitorio; analisi e interpretazione delle curve di declino e risalita.

Propagazione degli inquinanti nelle falde: metodi di controllo e bonifica.

Protezione delle risorse idriche sotterranee: vulnerabilità degli acquiferi, aree di salvaguardia e reti di monitoraggio.

Sfruttamento di acquiferi costieri e contatto fra acque dolci e acque salate.

Fondamenti di ingegneria sanitaria e ambientale

Anno:periodo 3:1

Il corso ha lo scopo di porre i fondamenti per gli studi di ingegneria destinati a salvaguardare l'ambiente ed a prevenirne il degrado, con particolare risalto ai problemi delle acque primarie e di rifiuto, dei rifiuti in genere ed alla bonifica dei suoli in caso di contaminazione.

PROGRAMMA

L'ingegneria ambientale e la tutela dell'ambiente; biodegradabilità e persistenza degli inquinanti; effetti acuti e cronici dell'inquinamento.

Fenomenologia e scala dell'inquinamento atmosferico (locale, regionale e globale).

Cenni di trasporto e diffusione degli inquinanti in atmosfera. Inquinamento delle acque naturali, superficiali e profonde; cenni di autodepurazione dei fiumi e di eutrofizzazione dei bacini a debole ricambio. Inquinamento del suolo e suoi effetti; siti contaminati (discariche, aree industriali, rilasci cronici nel sottosuolo).

Caratteristiche delle acque naturali; analisi delle acque; requisiti delle acque di approvvigionamento per uso industriale, potabile e agricolo. Trattamenti delle acque primarie: potabilizzazione delle acque superficiali; addolcimento; dissalazione; disinfezione.

Analisi delle acque di rifiuto e loro trattamento: trattamenti preliminari, rimozione della sostanza organica biodegradabile, rimozione dei nutrienti, trattamenti di affinamento, trattamenti di reflui industriali. Riutilizzo delle acque depurate nell'industria e nell'agricoltura; trattamento dei fanghi di depurazione.

Composizione merceologica dei rifiuti urbani. Raccolta differenziata. Recupero e riciclaggio: trasformazione in *compost*, termodistruzione, recupero di energia dai rifiuti, discarica controllata.

Classificazione dei rifiuti speciali. Rifiuti speciali tossici e nocivi; recupero e riciclaggio di materiali dai rifiuti. Trattamento e smaltimento dei rifiuti speciali tossici e nocivi (inertizzazione, termodistruzione, discarica controllata).

Tecniche di indagine e campionamento. Classificazione delle tecniche di risanamento (*in situ*, *on site*, *off site*); tecniche di isolamento; processi chimico-fisici; processi biologici.

Tecnologie di rimozione del materiale particolato (depolveratori meccanici, elettrostatici, a tessuto e ad umido).

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni verranno svolte parte in aula e parte in laboratorio, essendo previste comunque anche visite a impianti industriali.

Impianti e sicurezza ambientale

Anno: periodo 3:1

Scopo del corso è di fornire gli elementi fondamentali per la lettura delle installazioni industriali, la localizzazione delle stesse con i connessi rischi di inquinamento verso l'esterno nel normale esercizio e nelle emergenze.

PROGRAMMA

La struttura tecnologica e l'impiantistica nelle installazioni industriali e nei cantieri; schemi di flusso, servizi, reti di distribuzione delle risorse; movimentazione e stoccaggio dei materiali.

La localizzazione delle installazioni industriali; parametri di valutazione tecnologica, economica, sociale, ambientale.

L'inquinamento verso l'esterno in condizioni di normale esercizio (fumi, polveri, rumori, vibrazioni, inquinanti delle acque): identificazione, misura e controllo delle emissioni ed immissioni.

Criteri di individuazione del livello di sicurezza e tecniche di valutazione e contenimento del rischio in condizioni di emergenza.

Geotecnica ambientale

Anno: periodo 3:1

Nel corso sono trattati i problemi della geotecnica che hanno più stretta attinenza con gli aspetti della salvaguardia ambientale. In particolare, quindi si esaminano la stabilità dei pendii (naturali o artificiali) e gli aspetti geotecnici della realizzazione e della gestione di discariche di rifiuti diversi.

PROGRAMMA

Fondamenti del comportamento di rocce e terreni (resistenza, deformabilità, permeabilità).

Il comportamento delle masse rocciose.

Problemi di stabilità dei pendii: indagini, analisi di stabilità, interventi di stabilizzazione e di recupero ambientale.

Aspetti geotecnici nelle discariche: problemi di stabilità, problemi di tenuta dei percolati.

Sistemi di telecontrollo ambientale

Anno:periodo 3:1

Il corso intende fornire una panoramica esauriente sull'intero processo di acquisizione, elaborazione, uso e trasmissione (con particolare attenzione alle situazioni di emergenza) dei dati ambientali.

Verranno considerati sia dati telerilevati, da satellite o altre piattaforme, mediante strumenti di acquisizione sensibili alla radiazione elettromagnetica, sia dati acquisiti in maniera puntuale da stazioni di rilevamento distribuite sul territorio, collegate ad un unico sistema di telecontrollo ambientale.

Verranno inoltre descritte le principali metodiche di diagnostica elettromagnetica applicate all'ambiente.

PROGRAMMA

Concetti generali e principi fisici.

Strumenti di acquisizione di dati ambientali (DOASS, LIDAR, radar meteorologici, scanner multispettrali, spettrometri, interferometri, pluviometri, spettrofotometri, ...).

Reti di acquisizione di dati ambientali al suolo.

Sistemi di telecomunicazione in condizioni di emergenza.

Preelaborazioni e validazione dei dati ambientali.

Analisi ed interpretazione.

Problematiche di diagnostica ambientale.

Esempi di applicazione a problemi ambientali.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula saranno propedeutiche a quelle effettuate sul calcolatore durante le ore di laboratorio. Rilievo particolare sarà dato alla risoluzione di alcuni problemi pratici; a questo fine saranno messi a disposizione degli studenti, per successive elaborazioni, immagini radiometriche di satelliti, di sensori aerei, di radar ad apertura sintetica e di radar meteorologico, delle centraline meteorologiche della Regione Piemonte, ...

Controlli geofisici

Anno:periodo 3:2

Nel corso verranno presentate le modalità di impiego di metodi geofisici, le nozioni principali relative al trattamento dei dati geofisici e le procedure di interpretazione dei dati. Si intende prestare particolare attenzione agli aspetti pratici relativi alle modalità operative di indagine sul terreno.

PROGRAMMA

Concetti generali e fondamenti teorici di metodi elettrici, elettromagnetici, sismici e magnetici.

Modalità operative di applicazione delle diverse metodologie proposte; metodi interpretativi e modalità di presentazione dei risultati; correlazione dei dati geofisici con i parametri geologici, geotecnici e idrogeologici.

Esempi delle principali metodologie geofisiche per la risoluzione di problemi geotecnici (studio di corpi franosi, caratterizzazione geomeccanica di ammassi rocciosi). Studio e caratterizzazione di acquiferi superficiali con metodi elettrici ed elettromagnetici; esempi applicativi per la valutazione di fenomeni di inquinamento con misure dalla superficie ed in foro.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni verranno principalmente condotte sul terreno con illustrazione pratica delle metodologie indicate nel corso. In aula si procederà ad alcune esemplificazioni di procedure di elaborazione ed interpretazione dei dati acquisiti sul terreno.

Telerilevamento e fotointerpretazione

Anno:periodo 3:2

Il corso fornisce le nozioni teoriche e applicative relative ai processi di acquisizione, trattamento e interpretazione dei dati rilevati da piattaforma aerea o satellitare, mediante sensori fotografici e digitali.

PROGRAMMA

Introduzione. Definizione e descrizione dei sistemi esistenti, applicazioni.

Leggi fisiche. Radiazione elettromagnetica, teoria del corpo nero, energia emessa e riflessa, grandezze radiometriche e fotometriche, interazione tra radiazione e atmosfera, interazione tra materia e energia.

Strumenti di ripresa. Camere fotogrammetriche normali e multispettrali, telecamere (vidicon e CCD), termocamere, scanner multispettrali a scansione, radiometri, spettrometri.

Elaborazione dei dati. Immagini digitali, pre-elaborazioni di base, correzioni radiometriche, tecniche di enfattizzazione, filtri digitali, classificazione.

Interpretazione dei dati. Fondamenti di foto-interpretazione, applicazioni in campo vegetazionale, idrologia, geomorfologia, uso del suolo, cartografia, integrazione in sistemi informativi territoriali (SIT).

Misure e controlli idrologici + Misure e controlli geotecnici

(Corso integrato)

Anno:periodo 3:2

PROGRAMMA

Misure e controlli idraulici

Genesi, caratteristiche e misure degli afflussi meteorici. Precipitazioni massime e minime annue. Cenni di bilancio idrologico di un bacino con riferimento ai fenomeni di piena. Monitoraggio e controllo di corsi d'acqua naturali con particolare riferimento ai fenomeni di piena.

Misure e controlli geotecnici

Considerazioni generali sulla funzione e l'organizzazione delle indagini e delle misure geotecniche nella progettazione di opere di ingegneria, coinvolgenti masse naturali. Principi di funzionamento di trasduttori impiegati nei più diffusi strumenti di misura in campo geotecnico.

Inquadramento generale delle prove di laboratorio da eseguirsi nell'ambito della progettazione geotecnica: metodologie di prova, trattamento e interpretazione dei risultati ai fini della caratterizzazione geotecnica dei materiali rocciosi e terrosi.

Metodologie per l'esecuzione di rilievi geostrutturali nelle masse rocciose, trattamento e interpretazione dei dati per la caratterizzazione geotecnica delle masse stesse.

Misure di controllo in corso d'opera e a lungo termine in scavi a giorno e in pendii naturali. Esame di esempi applicativi di misure di controllo.

Controlli e misure di cantieri + Sicurezza degli impianti di trattamento

(Corso integrato)

Anno:periodo 3:2

L'obiettivo del corso è analizzare le condizioni di sicurezza all'interno delle installazioni, sia per la prevenzione degli infortuni che per la conservazione di corrette condizioni ambientali di lavoro.

PROGRAMMA

La normativa in materia di sicurezza del lavoro, nazionale e comunitaria; organi ispettivi.

Le problematiche infortunistiche: analisi delle cause, mezzi e tecniche di prevenzione.

Problemi di igiene ambientale: misura e valutazione delle condizioni di *comfort* e rischio di danno; prevenzioni e protezione per i principali agenti inquinanti.

Il piano di sicurezza dell'impresa e l'assicurazione di qualità nella conduzione delle attività produttive.

Misure e prove idrogeologiche applicative + Geochemica ambientale

(Corso integrato)

Anno:periodo 3:2

PROGRAMMA

Misure e prove idrogeologiche applicative

Identificazione di un sistema idrogeologico e rilevamenti idrogeologici.

Impianto di stazioni di misura: pluviografi, termografi, lisimetri, piezometri, idrometrografi e campionatori.

Sensori ed acquisitori automatici per misure piezometriche e chimiche delle acque.

Organizzazione e strumentazione di prove di pompaggio e di infiltrazione.

Impiego ed uso dei traccianti artificiali.

Quantizzazione delle risorse idriche sotterranee, definizione della qualità finalizzata delle risorse.

Identificazione delle zone di prelievo e programmi di sfruttamento delle acque sotterranee.

Geochemica ambientale: geochemica delle acque sotterranee; dissoluzione ed idrolisi acida.

Genesi dei principali costituenti disciolti. Modificazione del chimismo delle acque in funzione del tempo.

Modificazione del chimismo delle acque in funzione degli acquiferi attraversati.

Fenomeni di mescolamento tra acque diverse.

Rappresentazione grafica del chimismo delle acque ed utilizzo dei diversi diagrammi.

Corso di diploma universitario in **Ingegneria chimica** (Sede di Biella)

Il corso ha il compito di fornire una preparazione ingegneristica a livello universitario con competenze tecnico professionali nel settore chimico e tessile. Sono attivati i seguenti orientamenti:

- *tessile*, che rispecchia le esigenze della principale attività dell'industria locale;
- *ambientale*, che prevede un approfondimento dei processi e degli impianti connessi con i problemi ecologici industriali.

Il tipo di formazione del diploma in *Ingegneria chimica* di Biella è stato predisposto con particolare riferimento al tessuto industriale locale, e cioè alla piccola e media industria, che deve disporre di quadri tecnici superiori, a cui possano essere affidate responsabilità di tipo gestionale con lo svolgimento di più funzioni nell'ambito della stessa azienda. Pertanto la struttura del corso di diploma prevede una cultura fisico-matematica di buon livello, prevalentemente orientata agli aspetti applicativi, una formazione ingegneristica a livello di settore (in questo caso il settore industriale) ed una preparazione professionale centrata su una ragionevole specializzazione, che può così consentire l'impiego immediato del diplomato nel mondo del lavoro.

Impieghi tipici della professionalità dell'ingegnere chimico diplomato potranno essere: esercizio e manutenzione nello stabilimento (sia chimico che tessile), attività tecniche nelle aziende di servizi, progettazione esecutiva di prodotto e di processo, installazione e collaudo di sistemi complessi, progettazione esecutiva, esercizio di controllo ambientale, esecuzione di verifiche tecniche, ecc.

Come gli altri corsi di diploma, questo corso è parallelo al corso di laurea, ma può anche agganciarsi ad esso dando luogo ad una struttura di due corsi in serie. Ciò significa che al giovane ingegnere diplomato si aprono in pratica due strade: l'inserimento diretto nel mondo del lavoro, grazie alla specializzazione che il diploma riesce ad impartire, od il proseguimento degli studi fino alla laurea in *Ingegneria chimica*, che potrà essere conseguita con la sola perdita di un anno, in quanto vengono riconosciute fino a 14 delle 29 annualità che caratterizzano il corso di laurea affine.

In questo corso di diploma si intende sottolineare l'importanza formativa del tirocinio, per il quale si è previsto di poter riservare anche l'intero secondo semestre del terzo anno in modo da produrre una proficua esperienza professionale in una industria o in un centro di ricerca italiano o straniero. La possibilità di esperienza all'estero è particolarmente favorita dal fatto che il corso di diploma è inserito sia nel consorzio europeo COMETT EuroTex per lo scambio di studenti tra università ed industrie, sia in un consorzio per la gestione di un programma Erasmus tra le università tessili europee (AUTEX).

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

I moduli contrassegnati da una stessa lettera (a sinistra della sigla) sono accorpati ai fini dell'esame. Quelli invece contrassegnati da asterisco sono sostituibili col tirocinio.

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

- A 3 310 C : Istituzioni di matematiche 1
- A 3 315 C : Istituzioni di matematiche 2
- B 3 065 C : Chimica
- B 3 070 C : Chimica organica
- 3 130 C : Economia e organizzazione aziendale

- 1:2
- 3 320 C : Istituzioni di matematiche 3
 - 3 045 C : Calcolo numerico + Statistica matematica
 - C 3 220 C : Fisica 1
 - C 3 225 C : Fisica 2
 - 3 240 C : Fondamenti di informatica

- 2:1
- 3 425 C : Scienza delle costruzioni
 - 3 385 C : Principi di ingegneria chimica 1
 - D 3 235 C : Fondamenti di chimica industriale
 - D 3 465 C : Tecnologia dei materiali e chimica applicata
 - X
 - Y

- 2:2
- F 3 150 C : Elementi di meccanica teorica e applicata
 - F 3 345 C : Meccanica applicata alle macchine
 - G 3 390 C : Principi di ingegneria chimica 2
 - G 3 270 C : Impianti chimici 1
 - 3 395 C : Processi industriali della chimica fine
 - 3 195 C : Elettrotecnica e tecnologie elettriche

- 3:1
- H 3 275 C : Impianti chimici 2
 - H 3 300 C : Ingegneria chimica ambientale
 - 3 325 C : Macchine
 - 3 135 C : Economia politica
 - 3 115 C : Dinamica e controllo dei processi chimici
 - Z

- 3:2
- * 3 210 C : Finanza aziendale
 - * W

Orientamento tessile

Tutti gli insegnamenti dell'orientamento *tessile* sono attivati.

- X E 3 495 C : Tecnologie industriali 1
- Y E 3 500 C : Tecnologie industriali 2
- Z 3 485 C : Tecnologie chimiche speciali
- W 3 505 C : Tecnologie industriali 3

Orientamento ambientale

Gli insegnamenti X e Y dell'orientamento *ambientale* sono attivati già nell'a.a. 1995/96; gli insegnamenti Z e W verranno effettivamente accessi a partire dall'a.a. 1996/97.

- X Principi di ingegneria chimica ambientale
 Y Affidabilità e sicurezza nell'industria di processo
 W Strumentazione industriale chimica
 Z Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti

Norme transitorie relative all'a.a. 1995/96

I diplomati della *Scuola diretta ai fini speciali in Tecnologie tessili*, per poter conseguire il titolo di diplomato in *Ingegneria chimica*, devono iscriversi, entro le date di scadenza per le iscrizioni di studenti regolari, al 3. anno del corso di DU e devono aver superato gli esami relativi ai seguenti moduli didattici:

- Calcolo numerico + Statistica matematica* (senza obbligo di frequenza);
Impianti chimici I (senza obbligo di frequenza);
Scienza delle costruzioni (con obbligo di frequenza).

Superati detti esami, lo studente potrà accedere all'esame finale di diploma. La valutazione finale terrà conto del *curriculum* scolastico complessivo comprendente anche le votazioni riportate negli insegnamenti della Scuola, sulla base di equipollenze tra gli insegnamenti della Scuola ed i moduli didattici del diploma, secondo quanto stabilito dal Consiglio del corso di diploma.

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati nell'ordine con cui i corsi sono elencati nel precedente quadro riassuntivo (ordine cronologico di anno e periodo didattico).

3 310 C Istituzioni di matematiche 1

Anno:periodo 1:1

Il corso è composto da due parti. Gli scopi della prima parte sono:

- omogeneizzare il linguaggio matematico di base;
- ripassare le nozioni fondamentali di algebra e di geometria analitica;
- introdurre il concetto di funzione e i grafici delle funzioni elementari;
- sviluppare la capacità di tracciare i grafici delle funzioni elementari, sottoponendoli alle trasformazioni del piano (traslazioni, simmetrie, dilatazioni, ...);
- sviluppare la capacità di risolvere algebricamente e di interpretare geometricamente equazioni, disequazioni e sistemi.

Dopo una premessa sui numeri complessi, la seconda parte del corso mira a presentare allo studente le tecniche di base dell'algebra lineare, portandolo a operare sulle matrici, risolvere e discutere i sistemi lineari, calcolare autovalori e autovettori.

PROGRAMMA

Nozioni fondamentali su insiemi, operazioni su insiemi, insiemi numerici.

Piano cartesiano. Richiami di geometria analitica. equazioni di rette e di coniche in riferimento canonico.

Il concetto di funzione. Funzioni polinomiali, valore assoluto e funzioni razionali.

Trasformazioni del piano e grafici di funzioni.

Equazioni e disequazioni polinomiali, razionali, con il valore assoluto.

Funzioni radice.

Funzioni esponenziali e logaritmiche.

Richiami di trigonometria; funzioni trigonometriche.

Applicazione alla soluzione di equazioni e di disequazioni algebriche e trascendenti.

Numeri complessi. Polinomi in campo complesso.

Algebra lineare: matrici e operazioni sulle matrici. Determinanti. Sistemi lineari.

Autovalori e autovettori di una matrice quadrata.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali ed esercitazioni al calcolatore sulla grafica di funzioni.

5 315 C Istituzioni di matematiche 2

Anno:periodo 1:1

L'obiettivo del corso è quello di presentare i concetti di base del calcolo differenziale e integrale per le funzioni di una variabile per mettere in grado lo studente di utilizzare limiti, derivate, integrali, sviluppi di Taylor ed equazioni differenziali in problemi di carattere matematico e di carattere applicativo.

PROGRAMMA

Proprietà fondamentali dei numeri reali.

Funzioni composte e funzioni inverse.

Limiti e continuità.

Derivazione: proprietà e calcolo delle derivate.

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

Infiniti e infinitesimi. Sviluppi di Taylor.

Applicazione delle nozioni apprese allo studio del grafico di una funzione e alla soluzione di equazioni.

Integrale definito; integrale indefinito e primitive. Metodi di integrazione.

Equazioni differenziali: alcuni tipi di equazioni del primo ordine.

Equazioni differenziali del secondo ordine a coefficienti costanti.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali e esercitazioni al calcolatore sulla grafica di funzioni e sulla soluzione approssimata di equazioni algebriche e trascendenti e di equazioni differenziali.

3 065 C Chimica

Anno:periodo 1:1

Il corso si propone di fornire le base teoriche e gli esempi applicativi necessari per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici, con particolare riferimento a reazioni e materiali di interesse ingegneristico.

PROGRAMMA

Chimica generale.

Teoria atomica e struttura dell'atomo. Configurazione elettronica.

Sistema periodico degli elementi.

Legame chimico e formazione di composti.

Sistemi chimico-fisici e stati di aggregazione della materia. Stato gassoso: leggi dei gas; gas ideali e reali. Stato solido: reticolo cristallino e cella elementare; soluzione solide. Stato liquido: tensione di vapore, crioscopia ed ebullioscopia.

Effetto termico delle reazioni. Velocità di reazione. Equilibri omogenei ed eterogenei.

Legge dell'azione di massa e regola delle fasi.

Soluzioni di elettroliti. pH. Idrolisi. Prodotto di solubilità.

Elettrochimica; potenziali di ossido-riduzione; fenomeni di corrosione.

Chimica inorganica.

Reattività di metalli e non metalli ad esempi di reazioni di interesse ingegneristico.

BIBLIOGRAFIA. Sono a disposizione dispense preparate dal docente.

3 070 C Chimica organica

Anno:periodo 1:1

Il corso, oltre a fornire agli allievi i fondamenti della chimica dei composti organici, intende chiarire gli aspetti di base delle reazioni inerenti i processi della chimica industriale organica.

PROGRAMMA

Fondamenti.

Struttura, proprietà e reattività delle molecole organiche. Isomeria e stereochimica.

Chimica dei composti organici.

Nomenclatura, proprietà fisiche e chimiche, fonti industriali, reazioni di preparazione e caratteristiche di: alcani, cicloalcani, alcheni, dieni, alchini, areni, alogenuri, alcoli, fenoli, eteri, epossidi, aldeidi e chetoni, acidi e derivati, ammine, lipidi, carboidrati, amminoacidi e proteine.

Reazioni organiche.

Reagenti, intermedi, meccanismi, aspetti cinetici e termodinamici delle reazioni (radicaliche, eliminazione, addizione, sostituzione, ossidazione e riduzione, sintesi, polimerizzazione).

BIBLIOGRAFIA

J. McMurry, *Fondamenti di chimica organica*, Zanichelli, Bologna, 1990.

R.J. Fessenden, J.S. Fessenden, *Chimica organica*, 2. ed., Piccin, Padova, 1983.

G. Russo, *Chimica organica*, CEA, Milano, 1980.

3 130 C **Economia e organizzazione aziendale**

Anno:periodo 1:1

Il corso, con riferimento al settore tessile, consente di inquadrare il significato economico delle diverse attività aziendali al fine di decidere le soluzioni dei problemi più diversi e di gestire in modo razionale le attività produttive e le risorse in esse utilizzate.

PROGRAMMA

L'azienda come sistema aperto. Tipologie produttive. Obiettivi e strategie aziendali. Le funzioni aziendali e le relative strutture e strategie.

Metodi di previsione delle vendite. Analisi di serie storiche: medie mobili e livellamento esponenziale.

Le decisioni di investimento. Decisioni di sostituzione del macchinario. Decisioni di dimensionamento di servizi aziendali.

Budget commerciale. Budget produttivo. Piani aggregati di produzione. Master Production Schedule. Material Requirements Planning. Scheduling. Tecnica PERT e CPM. Studio dei tempi di esecuzione. Tempo standard di produzione.

Approccio JIT. Gestione materiali.

Total quality management.

Significato economico delle attività produttive. Controllo di gestione. La formulazione di un preventivo. Il bilancio aziendale. Gli indici di bilancio. Analisi di *break even*.

BIBLIOGRAFIA

A. Caridi, *Tecniche organizzative e decisionali per la gestione aziendale*, Levrotto & Bella.

A. Caridi, *Analisi decisionale*, Levrotto & Bella.

A. Caridi, *Il sistema azienda: obiettivi e strategie*, Levrotto & Bella.

A. Caridi, *Pianificazione, capacità produttiva e programmazione della produzione*, Levrotto & Bella.

3 320 C **Istituzioni di matematiche 3**

Anno:periodo 1:2

Obiettivi del corso: introdurre le nozioni principali del calcolo vettoriale, con le sue applicazioni alla geometria dello spazio, e del calcolo differenziale e integrale in più variabili; fornire una conoscenza di base dei metodi matematici utilizzate nelle applicazioni meccaniche.

Nella prima parte del corso viene fornita una conoscenza di base della geometria dello spazio e della rappresentazione analitica di superfici e di curve.

Vengono poi introdotti i fondamenti di calcolo differenziale per funzioni di più variabili e di integrazione multipla e su curve e superfici, con particolare attenzione alle applicazioni alla geometria delle masse.

La parte finale tratta equazioni e sistemi differenziali, con esempi di modellizzazione matematica di problemi fisici.

PROGRAMMA

Geometria dello spazio. Coordinate cartesiane nello spazio. Vettori nello spazio. Prodotto scalare, vettoriale e misto.

Cambiamenti di coordinate nello spazio.

Rappresentazione di piani e rette nello spazio.

Rappresentazione di superfici nello spazio (coni, cilindri, quadriche) e di curve.

Funzioni di più variabili a valori reali. Derivate parziali, gradiente, differenziale.

Integrazione multipla con applicazione alla geometria delle masse (volumi, baricentri, momenti d'inerzia).

Integrazione su curve e superfici. Teoremi di Green, Gauss e Stokes.

Risoluzione di equazioni e sistemi differenziali lineari. Analisi qualitativa di equazioni differenziali. Esempi di modellizzazione matematica.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali, con particolare attenzione a problemi applicativi.

3 045 C **Calcolo numerico + Statistica matematica**

Anno: periodo 1:2

L'obiettivo del corso, per quanto riguarda il calcolo numerico, è quello di illustrare brevemente i metodi numerici di base, allo scopo di mettere gli studenti in grado di utilizzare le librerie scientifiche (NAG, IMSL, MATLAB) per la soluzione di problemi numerici.

Nella parte di statistica si mira a introdurre le idee di base della probabilità e della statistica, a presentare le principali distribuzioni, con applicazioni connesse con le esigenze dei corsi seguenti e con le necessità professionali del diplomato.

PROGRAMMA

Conseguenze dell'aritmetica del calcolatore sul calcolo numerico. Concetti di condizionamento di un problema e di stabilità di un algoritmo.

Metodi numerici dell'algebra lineare.

Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali.

Equazioni e sistemi non lineari.

Calcolo di integrali.

Introduzione al calcolo statistico e presentazione di un pacchetto software.

Elementi di calcolo delle probabilità: definizioni e regole di calcolo. Formula di Bayes.

Distribuzioni sperimentali e cenni sulle principali distribuzioni teoriche.

Teoria della stima: distribuzioni campionarie, stima, test statistici, intervalli di fiducia.

Selezione di applicazioni a: controllo di qualità, affidabilità, pianificazione degli esperimenti, analisi delle serie storiche, indagini campionarie.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali; utilizzo di librerie scientifiche; utilizzo di un pacchetto applicativo statistico.

3 220 C Fisica 1

Anno:periodo 1:2

Il corso si propone di fornire agli studenti conoscenze di base su grandezze fisiche, misurazione e unità di misura, meccanica e termodinamica.

PROGRAMMA

Grandezze fisiche. Unità di misura ed equazioni dimensionali. Errori sperimentali e calcolo dell'errore.

Vettori: definizione, composizione.

Meccanica del punto: cinematica, moti relativi, composizione dei moti. Principi di conservazione dell'energia meccanica, della quantità di moto, del momento angolare. Oscillazioni meccaniche e condizioni di risonanza.

Introduzione alla meccanica del corpo rigido: definizione di centro di massa e baricentro; cinematica rotazionale.

Elementi di statica: equilibrio delle forze. Definizione di vincolo. Reazioni vincolari.

Cenni di idrostatica. Concetto di portata.

Termodinamica: temperatura e calore. Generazione, trasporto e dissipazione del calore. Primo e secondo principio della termodinamica. Ciclo di Carnot e rendimento delle macchine termiche. Concetto di entropia. Applicazioni ai gas perfetti.

3 225 C Fisica 2

Anno:periodo 1:2

Il corso si propone di fornire le leggi fondamentali dell'elettromagnetismo, dei fenomeni ondulatori meccanici ed elettromagnetici e conoscenze di base sul funzionamento degli strumenti ottici.

PROGRAMMA

Campi di forze. Campi elettrici statici. Potenziale elettrostatico, teorema di Gauss.

Corrente elettrica. Concetto di resistenza elettrica. Conduzione ohmica. Effetto Joule.

Campi magnetici statici. Forza di Lorentz. Forze su correnti. Calcolo di campi magnetici generati da correnti stazionarie.

Comportamento dei materiali in campi elettrici e magnetici statici.

Induzione elettromagnetica. Campi variabili nel tempo. Equazioni di Maxwell.

Concetto di onda progressiva e stazionaria. Onde elettromagnetiche. Elementi di ottica ondulatoria.

Ottica geometrica e strumenti ottici.

3 240 C **Fondamenti di informatica**

Anno:periodo 1:2

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti della programmazione mediante l'uso di linguaggi evoluti.

PROGRAMMA

Sistemi di numerazione e codici.
 Operazioni con numeri binari.
 Elementi di algebra booleana.
 Elementi di teoria della commutazione (reti combinatorie e sequenziali).
 Blocchi logici fondamentali.
 Struttura di un elaboratore (unità centrale e unità periferiche).
 Cenni sui sistemi operativi.
 Struttura dei sistemi di elaborazione.

ESERCITAZIONI

Generalità sui linguaggi di programmazione.
 Il linguaggio BASIC.
 Gestione delle periferiche.
 MS-DOS ed alcuni programmi di utilità.
 Sviluppo di programmi su temi proposti.

3 425 C **Scienza delle costruzioni**

Anno:periodo 2:1

Il corso si prefigge di illustrare gli aspetti di base del comportamento strutturale e della progettazione. Verranno trattati i fondamenti della statica, della teoria dell'elasticità, della teoria delle travi inflesse e della resistenza dei materiali.

Le lezioni si articoleranno nella trattazione teorica degli argomenti del programma e nello sviluppo di esempi applicativi.

PROGRAMMA

Richiami di statica e geometria delle aree.
 Caratteristiche della sollecitazione in strutture isostatiche.
 Cenni di teoria dell'elasticità e problema di Saint Venant.
 Sollecitazioni semplici: sforzo normale, flessione, taglio, torsione.
 Verifica della sicurezza.
 Deformazione di travi inflesse.
 Cenni sull'instabilità elastica.
 Calcolo di strutture iperstatiche. Lavori virtuali.
 Cenni su strutture metalliche, in cemento armato ordinario e precompresso.

BIBLIOGRAFIA

M. Bertero, S. Grasso, *Esercizi di scienza delle costruzioni*, Levrotto & Bella, Torino.

3 385 C **Principi di ingegneria chimica 1**

Anno:periodo 2:1

PROGRAMMA

Energetica

Leggi della termodinamica generale; potenziali termodinamici; equazioni fondamentali.

Sistemi reali

a) Proprietà dei fluidi puri: equazioni di stato; diagrammi termodinamici; diagramma di Mollier del vapor d'acqua; espansione e compressione dei fluidi; cicli termodinamici.

b) Proprietà delle soluzioni: fugacità ed attività; equilibri per sistemi multifasici a più componenti; regola delle fasi; equilibri liquido-vapore, liquido-liquido, fluido-solido e loro rappresentazione grafica.

Bilanci macroscopici di proprietà

Sistemi aperti e chiusi, equazioni di bilancio di materia, quantità di moto, energia.

ESERCITAZIONI

Vengono illustrati con esempi numerici i concetti sviluppati a lezione.

3 235 C **Fondamenti di chimica industriale**

Anno:periodo 2:1

Il corso si propone di fornire agli studenti i concetti fondamentali della processistica chimica, base per la realizzazione di una reazione chimica su scala industriale.

Nella parte generale del corso vengono affrontati i principali aspetti termodinamici, cinetici e tecnologici delle trasformazioni chimiche. La seconda parte del corso ne illustra l'applicazione nei più importanti processi industriali per l'ottenimento di derivati e materiali organici di base.

PROGRAMMA

Parte generale

Aspetti economici e produttivi nello sviluppo dell'industria chimica. Materie prime per i processi chimici industriali.

Termodinamica e cinetica delle reazioni chimiche. Costanti di equilibrio, resa di una reazione. Catalisi omogenea ed eterogenea.

Reattori chimici e tecnologie per la separazione dei prodotti di reazione.

Processi per lo smaltimento o il riciclo dei sottoprodotti di reazione.

Aspetti tecnologici ed economici nello sviluppo dei processi chimici.

Cenni di sicurezza, igiene ambientale e legislazione nella produzione industriale chimica.

Parte speciale

Processi per la produzione degli intermedi primari olefinici e aromatici.

Produzione di monomeri per l'industria delle fibre sintetiche.

Processi di polimerizzazione su scala industriale.

ESERCITAZIONI. Nelle esercitazioni in aula vengono illustrati con esempi numerici i concetti sviluppati a lezione.

3 465 C **Tecnologia dei materiali e chimica applicata**

Anno:periodo 2:1

Il corso verte sullo studio delle proprietà, dei metodi di produzione, delle caratteristiche tecnologiche e di impiego dei materiali utilizzati nella pratica ingegneristica.

PROGRAMMA

Acque per uso industriale. Processi di trattamento.
 Combustione e combustibili. Carburanti e lubrificanti.
 Caratteristiche strutturali dei materiali solidi.
 Sistemi eterogenei. Regola delle fasi. Diagrammi di stato.
 Proprietà dei materiali: meccaniche, termiche, elettriche, elettroniche. Caratteristiche tecnologiche dei materiali.
 Materiali ceramici e refrattari. Vetro.
 Materiali leganti.
 Materiali metallici. Processi metallurgici. Trattamenti termici e termochimici. Corrosione.
 Polimeri e polimerizzazione. Materiali termoplastici e termoindurenti. Elastomeri. Resine per vernici.
 Materiali compositi. Invecchiamento dei materiali polimerici.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni di calcolo sulle proprietà dei materiali.

3 495 C **Tecnologie industriali 1**

Anno:periodo 2:1

Il corso si propone di illustrare i principali processi tecnologici in cui si articola la trasformazione delle fibre in filato. Si insisterà più sui concetti che sugli aspetti descrittivi. Un particolare riguardo sarà riservato alle nuove tecnologie.

PROGRAMMA

Alcuni dati di carattere generale e statistico sull'industria tessile.
 Tecnologia della filatura pettinata e cardata, per fibre a taglio laniero ed a taglio cotone, con spiegazione dei vari cicli e fasi.
 Principi generali della cardatura, della pettinatura, della mescolatura.
 Teoria dello stiro. La trasformazione dei cavi di filamenti chimici in fibre.
 Sistematica dei vari processi di filatura, sia classici che non convenzionali.

ESERCITAZIONI

Visite a stabilimenti di pettinatura e di filatura, pratica gestionale nell'impianto pilota, compilazione di relazioni sulle visite, con considerazioni ed elaborazione dei dati raccolti o dei risultati pratici rilevati.

3 500 C **Tecnologie industriali 2**

Anno:periodo 2:1

Il corso si propone di illustrare i principali processi tecnologici a cui sono sottoposti fili e filati immediatamente a valle della filatura, e la loro successiva trasformazione in superfici tessili piane.

PROGRAMMA

La roccatura. L'epurazione elettronica dei filati. Vari tipi di ritorcitori. Altre operazioni complementari successive alla filatura: vaporizzazione, aspatatura, dipanatura, gasatura ecc. I filati fantasia. La testurizzazione.

Le caratteristiche strutturali dei tessuti ad intreccio ortogonale, dei tessuti a maglia, dei non tessuti.

Operazioni di preparazione alla tessitura: orditura sezionale e frazionale, incorsatura, annodatura. Cenni sulle principali armature.

La tessitura a navetta; vari sistemi per inserire la trama, con considerazioni tecniche ed economiche. La maglieria trama e la maglieria catena. Descrizione di alcune tecnologie per produrre i non tessuti.

ESERCITAZIONI

Illustrazione delle macchine e prove pratiche nell'impianto pilota, visite a stabilimenti, compilazione di relazioni sulle visite con considerazioni ed elaborazione dei dati rilevati.

Principi di ingegneria chimica ambientale

Anno:periodo 2:1

Il corso prevede di fornire le basi per la modellazione di sistemi caratteristici dell'ingegneria ambientale.

La modellazione è condotta tenendo conto dei fenomeni di trasporto di materia, calore e quantità di moto, delle condizioni termodinamiche e della cinetica chimica, utilizzando l'approccio unitario tipico dei corsi di *Principi di ingegneria chimica*.

PROGRAMMA

Bilanci microscopici di proprietà: bilancio di materia, quantità di moto ed energia: applicazioni ai casi di trasporto diffusivo.

Trasporto di proprietà in regime turbolento in sistemi multifasici: sistemi gas-liquido a gorgogliamento e miscelati, sistemi gas-liquido-solido con solido inerte (percolazione), sistemi fluido-solido con adsorbimento e scambio ionico, ecc.

Reazioni chimiche biologiche: cinetiche chimiche enzimatiche (Michaelis-Menten); cinetica dell'attività cellulare (Monod, ecc.); modelli cinetici strutturali.

Modellistica di sistemi chimici: richiami sui modelli di perfetta miscelazione e pistone; modello della dispersione longitudinale. Applicazioni modellistiche ad apparecchiature dell'ingegneria ambientale.

ESERCITAZIONI. Svolgimento di calcoli di apparecchiature, relativamente a quanto illustrato a lezione, anche con l'uso del calcolatore.

Affidabilità e sicurezza nell'industria di processo

Anno:periodo 2:1

Il corso si propone di approfondire la problematica della sicurezza e dell'affidabilità degli impianti dell'industria di processo.

PROGRAMMA

Tossicità e pericolosità delle sostanze.

Limiti di esplosività di gas, vapori e polveri. Esplosioni ed incendi: loro caratteristiche, prevenzione e protezione.

Direttiva Seveso: grandi rischi potenziali.

Valutazione probabilistica del rischio. Analisi di operabilità, albero degli eventi, diagramma causa / conseguenze, albero dei guasti.

Valutazione di impatto ambientale.

3 150 C Elementi di meccanica teorica e applicata

Anno:periodo 2:2

Richiamata brevemente la meccanica del corpo puntiforme, che l'allievo ha appreso dal corso di *Fisica*, viene sviluppata la meccanica dei corpi estesi, variamente vincolati tra loro a formare una macchina.

Gli esercizi svolti o richiesti sono occasione per presentare alcuni tipi comuni di macchine e meccanismi.

PROGRAMMA

Cinematica piana

Componenti rigidi, flessibili e inestensibili, liquidi delle macchine. Accoppiamenti cinematici e di forza. Coppia rotoidale, prismatica, elicoidale; cuscinetti radenti, volventi. Trasmissione e conversione del moto: quadrilatero articolato, manovellismo, funi, cinghie, catene, nastri. Trasmissioni idrostatiche.

Dinamica piana

Equazioni cardinali della dinamica. Sistemi di forze equivalenti. Forze di massa, di superficie. Riduzione delle forze d'inerzia. Attrito radente e volvente.

Energetica

Teorema dell'energia cinetica. Equazione del moto di un sistema ad un grado di libertà. Trasmissioni di potenza. Rendimento.

Vibrazioni lineari di un sistema ad un grado di libertà, libere e forzate, con smorzamento.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni saranno di calcolo, in aula.

3 345 C **Meccanica applicata alle macchine**

Anno:periodo 2:2

Il corso, partendo dalle nozioni del corso di *Elementi di meccanica teorica ed applicata*, prende in esame, dal punto di vista applicativo, vari dispositivi e macchine, utilizzati, in particolare, nel campo tessile.

PROGRAMMA

Movimenti relativi usati nelle macchine tessili: supporti a strisciamento, supporti a rotolamenti, supporti lubrificati.

Trasmissione e modifica del moto rotatorio (sistemi di trascinamento ed attrito, ingranaggi cilindrici e conici, rotismi ordinari ed epicicloidali).

Dispositivi di partenza e di arresto (freni e frizioni).

Sistemi con camme.

Meccanismi articolati.

Trasitori nei sistemi meccanici. Accoppiamento macchine motrici e macchine operatrici.

Dispositivi e sistemi pneumatici.

Meccanismi di selezione, meccanismi di avanzamento intermittente.

Sistemi di guida di fili, di inserimento della trama, tessitura a getti.

Dispositivi e meccanismi di controllo (presenza fili, sistemi controllo tensione, ecc.).

Sistemi di manipolazione: robot, mani di presa, carrelli automatici.

ESERCITAZIONI

Consistono essenzialmente nello studio e nel calcolo di dispositivi interessanti le principali macchine utensili, come applicazione di quanto illustrato nel programma tecnico. È previsto anche l'esame di macchine tessili presso aziende specializzate nel settore.

BIBLIOGRAFIA

G. Belforte, *Meccanica applicata alle macchine*, Giorgio, Torino, 1990.

3 390 C **Principi di ingegneria chimica 2**

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

Equazioni di trasporto molecolare di materia, calore e quantità di moto. Leggi di Fick, Fourier e Newton; valutazione delle proprietà di trasporto in gas liquidi e solidi; applicazioni a problemi di trasporto in fluidi fermi o in regime laminare; cenno a fluidi non newtoniani.

Flusso turbolento. Fenomenologia della turbolenza; profili di velocità in tubi.

Trasporto di proprietà in condizioni turbolente. Equazioni integrali di scambio di materia e calore; fattore di attrito in tubi; analogie; moto attorno a corpi solidi immersi in un fluido; moto in letti granulari; applicazioni. Miscelazione ed agitazione.

Trasporto tra più fasi. Resistenze in serie; coefficienti globali di scambio.

Modelli fluidodinamici. Sistemi perfettamente miscelati ed a pistone; cenni ad altri modelli più complessi.

ESERCITAZIONI. Si svolgeranno esercitazioni di calcolo in aula ed esercitazioni applicative in laboratorio.

3 270 C Impianti chimici 1

Anno:periodo 2:2

Il corso ha lo scopo di insegnare l'applicazione dei principi fondamentali di equilibrio termodinamico, bilancio e trasporto di proprietà alla progettazione delle operazioni unitarie.

PROGRAMMA

Calcolo di apparecchiature a stadi: stadio di equilibrio; cascate di stadi a correnti incrociate, in controcorrente e controcorrente con riflusso; applicazioni al calcolo delle colonne di distillazione, estrazioni liquido-liquido, adsorbimenti, ecc.

Operazioni di trasferimento di materia in apparecchiature a struttura continua: colonne a riempimento per operazioni di distillazione, assorbimento, estrazione, ecc.

Trasporto di materia in presenza di reazione chimica: sistemi gas-liquido e fluido-solido (reazione catalitica ed *effectiveness* del catalizzatore).

Calcolo dei reattori chimici ideali: resa, conversione e selettività; reattori chimici isotermi, adiabatici, e con scambi termici; cenni a reattori eterogenei.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazioni di calcolo in aula ed esercitazioni sperimentali in laboratorio.

3 395 C Processi industriali della chimica fine

Anno:periodo 2:2

Il corso ha come tema i processi della chimica industriale attinenti il campo tessile. I processi sono analizzati mettendo in evidenza i principi di base e l'influenza dei vari parametri di processo piuttosto che gli aspetti descrittivi delle varie tecnologie. Viene anche sommariamente trattato il macchinario utilizzato nella nobilitazione tessile.

PROGRAMMA

Fibre tessili. Struttura, proprietà morfologiche, fisiche e chimiche. Comportamento termico. Fibre naturali proteiche e cellulosiche. Principi della filatura chimica. Fibre artificiali: viscosa, cupro, acetato. Fibre sintetiche: poliammidi, poliestere, acriliche, cloroviniliche, poliolefiniche, elastomeriche.

Processi di preparazione. Proprietà ed impieghi di tensioattivi ed ausiliari. Lavaggio, sbianca, carbonissaggio della lana. Sgommatura e carica della seta. Sbozzimatura, purga, sbianca, mercerizzazione delle fibre cellulosiche. Candeggio ottico.

Coloranti. Colorimetria industriale. Relazioni struttura-proprietà. Classi chimiche e tintoriali. Solidità.

Processi tintoriali. Relazioni struttura-tingibilità delle fibre. Cinetica e termodinamica dei processi tintoriali. Influenza dei parametri di processo. Tintura della lana coi coloranti acidi, al cromo e premetallizzati. Tintura delle fibre cellulosiche coi coloranti diretti, al tino, allo zolfo e azoici.

Tintura coi coloranti reattivi. Tintura delle fibre sintetiche: poliammidiche, acriliche e poliestere. Processi di tintura in semicontinuo e continuo. Macchinario di tintura.

Processi di stampa.

Processi chimici di finissaggio.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni sperimentali di carattere chimico su analisi fibre ed operazioni tintoriali. Visite a stabilimenti.

3 195 C Elettrotecnica e tecnologie elettriche

Anno:periodo 2:2

Il corso si propone di fornire le indispensabili informazioni sui fondamenti teorici della tecnica elettrica e principalmente di svilupparne le tematiche applicative sia di interesse generale che, per quanto possibile, di più diretta attinenza all'industria chimica, ai fini di consentire un uso consapevole di macchine e apparecchiature elettriche da parte di diplomati di questo settore dell'ingegneria.

PROGRAMMA

Sistemi elettrici in regime stazionario.

Grandezze fondamentali; bipoli ideali e loro riscontro reale. Materiali conduttori e semiconduttori. Reti elettriche.

Campi.

Campo elettrostatico; capacità, schermatura; materiali isolanti e classi di isolamento.

Campo di corrente; prese di terra; fenomeni elettrolitici; protezione di strutture metalliche.

Campo magnetico; circuiti magnetici, dispersioni; materiali ferromagnetici e magnetico-strutturali. Legge dell'induzione elettromagnetica; induttanze.

Sistemi elettrici in regime quasi stazionario.

Generalità sui transitori e sui sistemi di controllo.

Sistemi monofasi e trifasi in regime sinusoidale; metodo simbolico; immettenze, estensione dei trattamenti stabiliti per il regime stazionario; potenze; rifasamento.

Misure elettriche.

Generalità sui principali schemi di misura e sulla relativa strumentazione.

Macchine elettriche e convertitori statici.

Trasformatori monofasi e trifasi, autotrasformatori, riduttori di misura.

Complessi statici di conversione alternata / continua, continua / continua, alternata / alternata.

Motori asincroni e regolazioni relative.

Generalità sulle macchine sincrone e sull'impiego industriale di motori sincroni.

Motori a corrente continua e regolazioni relative.

Informazioni su sviluppi attuali delle motorizzazioni industriali.

Installazione, raffreddamento, conduzione di macchine e apparecchiature elettriche.

Normativa e unificazione; ordinazione, collaudo e accettazione di macchine e apparecchiature elettriche.

Impianti elettrici industriali.

Linee di distribuzione, apparecchi di manovra e protezione.

Criteri di sicurezza elettrica; normativa impiantistica, controlli e misure sugli impianti.

3 275 C Impianti chimici 2

Anno:periodo 3:1

Vengono illustrati i criteri necessari alla progettazione e conduzione degli impianti industriali chimici.

PROGRAMMA

Impianti termici. Scambiatori di calore; evaporatori e concentratori; multiplo effetto e termocompressione; evaporazione e cristallizzazione; condensatori.

Operazioni di trasferimento di materia e di calore. Umidificazione e deumidificazione; impianti di condizionamento. Essiccamento.

Servizi generali. Centrali termiche e frigorifere; impianti di stoccaggio e distribuzione dei fluidi.

ESERCITAZIONI

Calcoli di progetto di apparecchiature ed esercitazioni sperimentali in laboratorio.

3 300 C **Ingegneria chimica ambientale**

Anno: periodo 3:1

Il corso si propone di affrontare le tematiche della compatibilità ambientale degli impianti chimici. Il programma prevede anche la trattazione delle tipologie di impianti per la depurazione e lo smaltimento degli effluenti inquinanti.

PROGRAMMA

1. *L'ingegneria chimica e l'ambiente.* Compatibilità ambientale dei processi e degli insediamenti produttivi. Contenimento dell'impatto ambientale.

2. *Le emissioni gassose.* Le produzioni come fonti di inquinamento. Le centrali termiche. Determinazioni analitiche degli inquinanti. Tecniche per il contenimento dell'inquinamento atmosferico. Riferimenti normativi. Organi di controllo.

3. *Gli scarichi liquidi e l'inquinamento delle acque superficiali e di falda.* Principali inquinanti, riferimenti normativi. Determinazioni analitiche degli inquinanti; spettrometria di massa. Le acque di stabilimento. Principali tecniche per la depurazione delle acque: processi chimici, fisici e biologici. Il riciclo delle acque. Organismi di controllo.

4. *I rifiuti solidi.* Classificazione e riferimenti normativi. Principali tecniche di smaltimento dei rifiuti solidi e loro impatto ambientale. L'incenerimento ed il conferimento dei rifiuti a discarica controllata come possibili fonti di inquinamento e di recupero energetico. Il biogas da RSU ed il suo sfruttamento.

5. *Le funzioni dello stato, delle regioni, delle province e degli enti locali.* La creazione di reti di monitoraggio ambientale. Gli ambienti pilota. La realizzazione di sistemi integrati di smaltimento e di depurazione a livello di bacino.

3 325 C **Macchine**

Anno: periodo 3:1

Nel corso vengono esposti i principi necessari ad una corretta comprensione del funzionamento delle macchine.

PROGRAMMA

Introduzione e considerazioni generali sulle macchine motrici ed operatrici a fluido; principi fluidodinamici e termodinamici; trasformazioni ideali e reali nei condotti.

Turbine a vapore: semplici e multiple; ad azione e reazione; condensatori.

Turbine a gas.

Compressori a gas: turbocompressori; ventilatori; compressori volumetrici.

Macchine idrauliche: pompe volumetriche e centrifughe.

Cenni sui motori a combustione interna.

3 135 C **Economia politica**

Anno:periodo 3:1

Il corso intende fornire agli studenti una chiave di lettura della realtà economica, sia a livello microeconomico sia a livello aggregato (macroeconomico). Il corso si concentra sugli aspetti metodologici dell'analisi economica e sui meccanismi che spiegano il funzionamento del sistema produttivo.

PROGRAMMA

1. *Introduzione al corso e cenni di contabilità nazionale.*

Oggetto e metodo dell'economia politica. I collegamenti tra i conti aziendali e i conti nazionali. Le principali grandezze della contabilità nazionale. Valutazioni a prezzi correnti ed a prezzi costanti. Il ruolo economico delle amministrazioni pubbliche: entrate, spese e disavanzi. Debito pubblico e sostenibilità.

2. *Gli schemi di analisi macroeconomica.*

Risparmi, consumi e investimenti. La determinazione del reddito. Cicli economici e previsioni. Prezzi e moneta.

3. *Gli schemi di analisi microeconomica.*

La determinazione dei prezzi attraverso la domanda e l'offerta. Le scelte del consumatore, la teoria della domanda e dell'utilità. I mercati dei prodotti. Concorrenza atomistica, monopolio, oligopolio e altre forme di mercato. I mercati dei fattori produttivi. L'equilibrio generale.

4. *I rapporti con l'estero.*

I dati contabili: la bilancia dei pagamenti. I mercati dei cambi come applicazione dell'analisi domanda / offerta. Il sistema monetario internazionale. Il sistema monetario europeo. Il commercio internazionale.

5. *I problemi economici attuali.*

La teoria della crescita. Problemi dello sviluppo economico. Significato dei confronti economici internazionali.

BIBLIOGRAFIA

Fischer, Dornbusch, Schmanlensee, *Economia*, Hoepli, Milano, 1992.

3 115 C **Dinamica e controllo dei processi chimici**

Anno:periodo 3:1

Il corso ha lo scopo di fornire i principi necessari per affrontare e gestire i problemi di regolazione dei processi e degli impianti chimici con particolare riguardo al settore tessile.

PROGRAMMA

Specifiche e necessità del controllo per un impianto ed un processo.

Configurazioni generali di sistemi di controllo: *feedback*, *feedforward* e deduttivo.

Struttura e componenti a regime e risposta in transitorio.

Descrizione modellistica di un processo in termini ingresso-uscita.

Trasformazione del dominio del tempo di Laplace.

Algebra dei blocchi.

Controllori: logiche di controllo.

Elementi finali di controllo: progettazione delle valvole.

Misuratori: loro utilizzo e loro componente dinamica.

Scelta dei parametri delle logiche di controllo.

Significato, utilizzo e strutture di P&ID.

Esemplificatori particolari per gli impianti di tintoria, i generatori di vapore e impianti di depurazione (inceneritori, acqua e aria).

3 485 C **Tecnologie chimiche speciali**

Anno: periodo 3:1

Il corso tratta in via principale il finissaggio dei tessuti, con particolare riguardo a quelli lanieri. Sono anche illustrate le principali tecniche di controllo di prodotto e processo applicabili alla gestione della qualità tessile, incluso un riferimento alla moderna nozione di ingegneria della confezione.

PROGRAMMA

Tecnologia del finissaggio.

Richiami sulle proprietà fisiche e chimiche della fibra. Teoria e pratica delle operazioni elementari del finissaggio umido e asciutto. Cicli di finissaggio in relazione agli articoli. Definizione e misura delle proprietà fisico-meccaniche dei tessuti, in relazione al controllo del processo di finissaggio e all'ingegneria della confezione.

Controlli sul prodotto e sul processo tessile.

Controlli *off-line* e *on-line*. Autocontrollo.

ESERCITAZIONI

Sono comprese visite a laboratori di controllo ed impianti industriali.

BIBLIOGRAFIA

M. Bona, *Introduzione al finissaggio laniero*, Paravia.

M. Bona, *La qualità nel tessile*, Paravia.

Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti

Anno: periodo 3:2

Il corso si occupa delle tecnologie e dei processi utilizzati per il trattamento degli effluenti aeriformi e liquidi e dello smaltimento dei rifiuti solidi e dei fanghi.

PROGRAMMA

Depurazione dell'aria

Aspetti legislativi; principali tipi di inquinanti gassosi e particolati; microinquinanti organici clorurati; loro effetto sull'ecosistema e sull'uomo. Trattamento degli inquinanti gassosi: assorbimento, adsorbimento, condensazione, incenerimento.

Impianti di abbattimento delle sostanze particolate.

Atmosfere sterili.

Depurazione delle acque

Aspetti legislativi; principali tipi di inquinanti; qualità dei reflui.

Trattamenti fisici: grigliatura, dissabbiatura, sollevamento, disoleazione, flottazione, equalizzazione, sedimentazione.

Trattamenti chimico-fisici.

Trattamenti biologici aerobici: impianti a biomassa sospesa, impianti a biomassa adesa, nitrificazione, denitrificazione, rimozione del fosforo.

Trattamenti anaerobici.

Trattamento dei fanghi di supero: ispessimento, stabilizzazione, disidratazione, incenerimento.

Smaltimento dei rifiuti solidi

Aspetti legislativi.

Discariche controllate per rifiuti solidi urbani.

Incenerimento. Compostaggio. Riciclaggio.

Discariche controllate per rifiuti industriali.

Impianti alternativi di smaltimento e di valorizzazione e recupero.

3 210 C Finanza aziendale

Anno:periodo 3:2

Obiettivo del corso è immettere lo studente nella realtà della impresa attraverso i dati economico-finanziari.

Mediante la moderna metodologia didattica, si propone di partire innanzitutto dal bilancio di esercizio, analizzando procedure di formazione e valorizzandone le potenzialità di indice. La seconda parte del corso si propone di approfondire il problema del controllo dei costi di processo, sviluppando i temi della contabilità industriale applicata alla realtà tecnologica di un'azienda tessile. Infine verranno delineate le metodologie per la presa delle decisioni.

PROGRAMMA

La funzione finanziaria. Il controllo economico e finanziario per l'alta direzione. Contenuti informativi del bilancio d'esercizio, specificato nelle sue componenti. Fonti ed utilizzo delle risorse. Situazione patrimoniale e conto economico.

Equilibrio fra liquidità e redditività.

Possibilità di analisi offerte dalla conoscenza dei bilanci e conseguenze operative. Gli indici di gestione.

Impianto di contabilità analitica in rapporto alla contabilità generale. Controllo dei costi di processo secondo le diverse proposte metodologiche.

Contabilità a costi diretti.

Utilizzazione operative delle informazione contabili sui costi.

Costi *standard* e *budget*, programmazione di medio termine.

Contributo alla redditività e alla produttività di linee di produzione diverse.

Metodologie per la presa di decisioni di investimento.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni mireranno a proporre, con gradualità, le conoscenze e l'uso delle informazioni offerte dalla contabilità, dal sistema di bilancio, dal controllo dei costi e dalle metodologie per la presa di decisioni. Verrà posto in discussione materiale didattico derivato da esperienze concrete di imprese tessili.

3 505 C **Tecnologie industriali 3**

Anno:periodo 3:2

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sulla struttura, sulle caratteristiche dei tessuti a maglia, sui parametri di tessitura che vi influiscono, nonché sulla trasformazione dei tessuti in indumenti.

PROGRAMMA

Il tessuto a maglia: struttura e classificazione; concetto di integrazione produttiva tra la formazione del tessuto e la costruzione dell'indumento a maglia (maglieria intima ed esterna, calze); le caratteristiche dimensionali e di comportamento, con particolare riferimento alla difettosità, al *comfort* e alle variazioni dimensionali.

Analisi della caratteristiche strutturali come mezzo per modificare le caratteristiche dimensionali e di comportamento dei tessuti e degli indumenti a maglia. Gli strumenti della produzione: macchine e telai come sistemi. La formazione della maglia e i mezzi per la campionatura. Analisi in dettaglio della struttura dei tessuti a maglia e dei fenomeni connessi con l'immagliatura.

La progettazione degli indumenti. Il modello, le taglie, lo sviluppo delle taglie. Interazione tra le caratteristiche dei tessuti e quelle degli indumenti.

Piazzamento e taglio: minimizzazione dei consumi di tessuto.

L'assemblaggio dei capi. Le macchine per cucire e le unità di cucitura come sistemi.

Le operazioni finali del ciclo di confezione.

L'organizzazione del ciclo di confezione.

Strumentazione industriale chimica

Anno:periodo 3:1

Sia motivi ecologici e di sicurezza che necessità di produzione rendono spesso indispensabile, negli ambienti industriali, rilevamento della presenza di certe sostanze e la loro determinazione per mezzo di appropriate tecniche analitiche soprattutto strumentali. Pertanto il corso intende sviluppare i principi di base, la strumentazione analitica e in particolare la strumentazione di processo *on-line* utilizzabile nel monitoraggio di sostanze di importanza rilevante nell'industria con particolare riguardo agli aspetti ambientali.

PROGRAMMA

Equilibri ionici in fase acquosa: acido-base, *redox*, complessazione, precipitazione.

Metodi classici di analisi. Valutazione dei risultati analitici.

Metodi strumentali di base: spettrofotometria, cromatografia, metodi elettrochimici, spettrometria di massa.

Metodi strumentali derivati: monitoraggio della qualità dell'aria e dell'acqua, determinazione dell'umidità, analisi di proprietà fisiche.

Metodi e tecniche di campionamento.

Criteri di scelta e progettazione di un analizzatore di processo.

ESERCITAZIONI

Si prevedono esercitazioni di laboratorio con strumentazione adeguata, onde offrire agli allievi una panoramica abbastanza estesa delle tecniche strumentali applicate alla determinazione di inquinanti.

Corso di diploma universitario in

Edilizia

(Sede di Torino)

Il diploma universitario in *Edilizia* si propone di formare una figura professionale che si colloca nel settore della produzione edilizia, con competenze più affinate e più specializzate rispetto a quelle del diplomato di scuola media superiore, e a supporto e corredo delle competenze del laureato architetto ed ingegnere edile, soprattutto nei campi in cui si manifestano consistenti innovazioni di metodo di intervento e di strumentazione.

In particolare al diplomato universitario in *Edilizia* verranno riconosciute le seguenti competenze:

- direzione di cantieri complessi, sia di nuovo impianto, sia di ristrutturazione;
- coordinamento tra i vari settori (impiantistici, strutturali, ecc.) in cui si articola il processo produttivo;
- applicazione di tecnologie di intervento innovative, sia in termini di consulenza, sia in ruolo di responsabile dell'organizzazione della progettazione tecnico-esecutiva;
- gestione, con strumenti informatici, del ciclo produttivo, in armonia con le normative pubbliche;
- rilevamento di strutture ed edifici storici in coerenza con i connotati compositivi;
- rilevamento del territorio con capacità di lettura della stratificazione storica;
- valutazione economica degli interventi con particolare attenzione a quelli di recupero;
- responsabilità nelle verifiche amministrativo-burocratiche all'interno di strutture pubbliche.

Il quadro didattico è articolato in tre indirizzi e prevede 33 moduli didattici di 50 ore distribuiti su sei periodi didattici, due per anno accademico; i 33 moduli corrispondono a non più di 17 esami. I tre indirizzi previsti dall'ordinamento didattico relativo la diploma universitario in *Edilizia* sono quelli di *Costruzione*, *Rilevamento e Gestione*. Per gli allievi che si iscriveranno nell'a.a. 1995/96 al diploma in *Edilizia* afferente alla I Facoltà di Ingegneria è prevista l'attivazione dell'indirizzo *Costruzione*.

Il quarto periodo didattico comprende, oltre ai moduli, un laboratorio di 150 ore di *Disegno e progetto*; il quinto un laboratorio di 100 ore di *Costruzione*, il sesto un tirocinio di 200 ore di *Costruzione*.

Indirizzo *Costruzione*

Prefigura la formazione di un tecnico capace di padroneggiare le tecnologie costruttive nel loro evolversi e preparato ad applicare le innovazioni agli interventi sull'edilizia esistente. Un tecnico, quindi, munito dei necessari strumenti di carattere tecnologico, compositivo e storico, che sia preparato a svolgere la propria attività sia nel cantiere con compiti direttivi, sia nella struttura progettuale con compiti di sviluppo dei progetti, sia nelle strutture pubbliche con compiti di istruttoria e che, in ogni collocazione, abbia la capacità di valutare le implicazioni economiche delle decisioni.

Il naturale proseguimento degli studi, per il diplomato universitario in *Edilizia* afferente alla Facoltà di Ingegneria che non intenda inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il corso di laurea in Ingegneria edile.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)
 Istituzioni di matematiche 1
 Istituzioni di matematiche 2
 Fondamenti di informatica
 Disegno edile
 Fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva
 Fondamenti di estimo 1
 Fondamenti di estimo 2

1:2
 Fisica
 Elementi di fisica tecnica
 Fondamenti di storia dell'architettura
 Tecnologia dei materiali e chimica applicata
 Tecnologia per l'igiene edilizia e ambientale
 Elementi di architettura tecnica 1
 Elementi di architettura tecnica 2

2:1
 Fondamenti di scienza delle costruzioni
 Fondamenti di tecnica delle costruzioni
 Topografia generale
 Elementi di cartografia
 Elementi di progettazione architettonica 1
 Elementi di progettazione architettonica 2

2:2
 Legislazione delle opere pubbliche e dell'edilizia 1
 Legislazione delle opere pubbliche e dell'edilizia 2
 Tecnica ed economia della produzione edilizia
 Estimo e contabilità dei lavori
 Laboratorio di Disegno e progetto (150 ore)

3:1
 Consolidamento degli edifici
 Organizzazione del cantiere edile
 Tecniche della rappresentazione
 Tecnologie dell'architettura
 Tecnica delle costruzioni
 Laboratorio di Costruzione (100 ore)

3:2
 Tecnologie della produzione edilizia
 Impianti tecnici
 Fondamenti di geotecnica
 Recupero e conservazione degli edifici
 Tirocinio di Costruzione (200 ore)

I tre indirizzi previsti dall'ordinamento didattico relativo al diploma universitario in Edilizia sono quelli di *Costruzione*, di *Rilevamento* e di *Gestione*. Per gli allievi che si iscriveranno nell'a.a. 1995/96 al diploma in Edilizia afferente alla I Facoltà di Ingegneria è prevista l'attivazione dell'indirizzo *Costruzione*.

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati nell'ordine con cui i corsi sono elencati nel precedente quadro riassuntivo (ordine cronologico di anno e periodo didattico). Al momento della stampa sono disponibili soltanto i programmi relativi al primo anno di corso.

Istituzioni di matematiche 1

Anno:periodo 1:1

Una prima parte del corso si propone di omogeneizzare il linguaggio matematico di base e ripassare le nozioni fondamentali di algebra e di geometria analitica; introdurre il concetto di funzione e i grafici delle funzioni elementari; sviluppare la capacità di risolvere algebricamente e di interpretare geometricamente equazioni, disequazioni e sistemi.

Dopo una premessa sui numeri complessi, la seconda parte del corso mira a presentare allo studente le tecniche di base dell'algebra lineare, portandolo a operare sulle matrici, risolvere e discutere i sistemi lineari, calcolare autovalori e autovettori e risolvere semplici problemi di geometria dello spazio.

PROGRAMMA

Nozioni fondamentali su insiemi, operazioni su insiemi, insiemi numerici. Piano cartesiano.

Richiami di geometria analitica piana: equazioni di rette e di coniche in riferimento canonico.

Il concetto di funzione. Funzioni polinomiali, valore assoluto, funzioni razionali e loro grafici. Applicazioni a equazioni e disequazioni. Funzioni esponenziali, logaritmiche, trigonometriche e loro grafici.

Numeri complessi. Polinomi in campo complesso.

Algebra lineare: matrici e operazioni sulle matrici. Determinanti. Sistemi lineari. Autovalori e autovettori di una matrice quadrata. Vettori dello spazio e relative operazioni. Applicazioni del calcolo vettoriale alla geometria analitica dello spazio (piani, rette, sfere).

Istituzioni di matematiche 2

Anno:periodo 1:1

L'obiettivo del corso è quello di presentare i concetti di base del calcolo differenziale e integrale per le funzioni di una variabile per mettere in grado lo studente di utilizzare limiti, derivate, integrali. Vengono introdotti i primi elementi del calcolo in più variabili.

PROGRAMMA

Proprietà fondamentali dei numeri reali.

Funzioni composte e funzioni inverse. Limiti e continuità.

Derivazione: proprietà e calcolo delle derivate. Proprietà delle funzioni continue e delle funzioni derivabili in un intervallo. Applicazione allo studio del grafico di una funzione e alla soluzione di equazioni.

Integrale definito; integrale indefinito e primitive. Metodi di integrazione.

Conno ad alcuni semplici tipi di equazioni differenziali.

Funzioni di più variabili: superfici topografiche.

Calcolo differenziale per funzioni di più variabili: derivate parziali, gradiente, estremi.

Fondamenti di informatica

Anno:periodo 1:1

Il corso si propone di presentare i concetti base dell'informatica e dei sistemi di elaborazione, nei vari aspetti *hardware*, *software* ed applicativo, con particolare riguardo agli strumenti e alle applicazioni per il settore civile. Particolare attenzione è data al momento sperimentale su elaboratore al fine di fornire agli allievi un buon livello di manualità informatica, specie nell'uso di programmi di produttività individuale.

PROGRAMMA

Rappresentazione e codifica dell'informazione negli elaboratori.

Architettura degli elaboratori. Le macro componenti *hardware*: CPU, memoria, periferici, etc. Le macro-componenti *software*: sistemi operativi, DBMS, linguaggi, etc.

Cenni di algebra di Boole.

Cenni di programmazione con linguaggi evoluti.

Cenni di reti di calcolatori.

Cenni di basi di dati.

Strumenti di produttività: *word processor*, fogli elettronici, *project management*.

Strumenti automatici di rappresentazione geometrica.

ESERCITAZIONI. Sono previste elaborazioni al calcolatore sui vari argomenti trattati.

Disegno edile

Anno:periodo 1:1

Obiettivi del corso: impostare a livello metodologico i problemi del linguaggio grafico nei diversi momenti della progettazione edilizia; costruire l'insieme di relazioni tra codificazioni grafiche e simboliche relative a diversi componenti dell'oggetto edilizio e la rappresentazione sintetica delle individualità formale dello stesso.

PROGRAMMA

Convenzioni grafiche, sistemi e scale di rappresentazione negli elaborati grafici relativi alle singole fasi del progetto edilizio: progetto di massima, progetto *burocratico* per la verifica degli enti predisposti, progetto esecutivo, progetto costruttivo per il cantiere. Convenzioni grafiche, sistemi e scale di rappresentazione negli elaborati grafici relativi alle specifiche componenti strutturali dell'oggetto edilizio: il disegno delle strutture statiche portanti in muratura, in cemento armato, in carpenteria metallica, il disegno delle strutture di copertura, il disegno dei sistemi di tamponamento e partizione, dei serramenti interni ed esterni, dei diversi componenti di finiture, ... Problematiche relative alla rappresentazione nell'ambito dell'industrializzazione edilizia: parallelismi e specifiche con il disegno tecnico industriale.

ESERCITAZIONI

È prevista l'esecuzione di elaborati grafici specifici relazionati ai contenuti delle lezioni e la schedatura critica di documentazione *d'autore* ad essi relativa.

Fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva

Anno:periodo 1:1

PROGRAMMA

La percezione e il disegno della forma e dello spazio.
I fondamenti scientifici della rappresentazione: proiezioni ortogonali. Teoria delle ombre. Assonometria e prospettiva.
Ossatura di base sul tipo di disegno e sul metodo esecutivo.

Dopo aver proposto le regole essenziali verranno suggerite esercitazioni e applicazioni di difficoltà gradualmente crescente. In questa ottica riveste particolare importanza l'applicazione su problemi collegati al disegno edile e ai suoi contenuti.

BIBLIOGRAFIA

E. Martina, *Applicazioni di geometria descrittiva : 112 disegni dell'autore giovane per imparare le regole delle proiezioni ortogonali, della prospettiva, della teoria delle ombre*, Levrotto & Bella, Torino, 1991.

Una bibliografia interessante, mirata alle esigenze e alle necessità, può essere richiesta durante il corso per chi volesse approfondire gli argomenti.

Fondamenti di estimo 1

Anno:periodo 1:1

PROGRAMMA

Teoria e procedure di valutazione.

Contributo del pensiero economico allo sviluppo delle metodologie di valutazione. Giudizio di stima e giudizio economico; beni di interesse estimativo. Mercato astratto e mercati concreti; la teoria dell'ordinarietà.

Elementi di statistica; indici descrittivi; distribuzione normale; regressione. Il metodo comparativo; la legge di indifferenza e le applicazioni nel mercato astratto e nei mercati concreti; procedure monoparametriche e pluriparametriche.

Gli aspetti del valore di interesse estimativo (valore di mercato, di produzione, di trasformazione, di surrogazione, complementare, di capitalizzazione), come aspetti autonomi o come procedure per la stima.

I beni pubblici; il concetto di valore d'uso sociale come valore di beni e servizi per tutta la collettività; il concetto di rendita del consumatore.

Elementi di matematica finanziaria: prestito e sconto; le rendite; il saggio di interesse.

BIBLIOGRAFIA

M. Simonotto, *Fondamenti di metodologia estimativa*, Liguori, Napoli, 1989.

M. Grillenzoni, G. Grittani, *Estimo : teoria, procedure di valutazione e casi applicativi*, Calderini, Bologna, 1994 (in particolare la I parte).

L. Fusco Girard, *Risorse architettoniche e culturali : valutazioni e strategie di conservazione*, Angeli, Milano, 1987 (in particolare il capitolo III).

Fondamenti di estimo 2

Anno:periodo 1:1

PROGRAMMA

Stime e valutazioni.

1. *La valutazione dei beni immobiliari privati.* Il mercato immobiliare in Italia. Le stime sintetiche: condizioni di applicabilità e procedimenti applicativi; la scelta dei parametri e l'individuazione delle fonti. Le stime analitiche: ipotesi e condizioni di applicabilità, procedimenti; stima del reddito capitalizzabile e del saggio di capitalizzazione. La stima dei costi di costruzione.

2. *La valutazione dei beni pubblici.* Il valore d'uso sociale complesso e il valore economico totale. Stima dei benefici agli utenti diretti: approcci basati sulla costruzione delle curve di domanda; il metodo delle interviste, il metodo dei costi di viaggio. Stima dei benefici agli utenti indiretti: il metodo dei prezzi edonici. Stima dei benefici agli utenti potenziali e futuri: gli approcci di tipo non monetario.

BIBLIOGRAFIA

M. Grillenzoni, G. Grittani, *Estimo: teoria, procedure di valutazione e casi applicativi*, Calderini, Bologna, 1994 (in particolare la I parte).

R. Roscelli, *Misure nell'incertezza*, CELID, Torino, 1990 (introduzione e almeno un caso applicativo).

F. Prizzon, *Gli investimenti immobiliari: analisi dei potenziali di mercato e valutazione economico-finanziaria degli investimenti*, Angeli, Milano (in corso di stampa).

Fisica

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Grandezze fisiche. Unità di misura ed equazioni dimensionali. Errori sperimentali e calcolo dell'errore.

Vettori: definizione, composizione.

Meccanica del punto. Cinematica, moti relativi, composizione dei moti. Principi di conservazione dell'energia meccanica, della quantità di moto, del momento angolare. Oscillazioni meccaniche e condizioni di risonanza.

Introduzione alla meccanica del corpo rigido. Definizione di centro di massa e baricentro; cinematica rotazionale.

Elementi di statica. Equilibrio di forze. Definizione di vincolo. Reazioni vincolari. Cenni di fluidostatica. Concetto di portata.

Termodinamica. Temperatura e calore. Primo e secondo principio della termodinamica. Ciclo di Carnot e rendimento delle macchine termiche. Concetto di entropia. Applicazioni ai gas perfetti.

Elementi di ottica geometrica; Diottri, lenti sottili e sistemi ottici centrati.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazioni teoriche, sperimentazioni di laboratorio e simulazioni al computer.

Elementi di fisica tecnica

Anno: periodo 1:2

L'insegnamento ha carattere fondativo e propedeutico, da cui possono successivamente trarre origine specifici approfondimenti finalizzati all'analisi, alla valutazione ed al confronto delle differenti soluzioni tecnologiche edilizie ed impiantistiche.

PROGRAMMA

Fondamenti di meccanica dei fluidi. Proprietà meccaniche dei fluidi, statica dei fluidi pesanti, moto dei fluidi incomprimibili entro condotti e canali.

Fondamenti di psicrometria. Proprietà termodinamiche dei miscugli aria-vapore acqueo, trasformazioni psicrometriche e diagrammi psicrometrici.

Fondamenti di trasmissione del calore. Fenomeni e modelli matematici rappresentativi dei fenomeni.

Trasporto di calore e di massa negli elementi opachi e trasparenti dell'involucro edilizio e criteri di progetto.

Fondamenti di acustica. Fenomeno fisico e fenomeno percettivo; produzione e propagazione del suono; metodo di prima approssimazione per le verifiche quantitative.

Fondamenti di illuminazione. Fenomeno fisico e fenomeno percettivo; produzione e propagazione della luce; metodi di prima approssimazione per le verifiche quantitative.

Metodi e strumenti per l'analisi ambientale.

ESERCITAZIONI

Alle lezioni sono associate esercitazioni a carattere numerico e sperimentazioni di laboratorio con il supporto del Laboratorio di Analisi e Modellazione dei Sistemi Ambientali del CISDA.

Fondamenti di storia dell'architettura

Anno: periodo 1:2

Il corso intende proporre, all'interno dell'ambito disciplinare proprio della storia dell'architettura, strumenti conoscitivi e metodologici utili per l'individuazione dei caratteri fondamentali della produzione edilizia in età medievale, moderna e contemporanea. Il fine è quello di fornire le conoscenze indispensabili per riconoscere ed interpretare criticamente i segni residuali del passato ancora leggibili nella sedimentazione storica dei complessi architettonici di antico impianto e di trasformazione. Le architetture del passato saranno analizzate in rapporto, all'ambiente storico-sociale, istituzionale ed in relazione agli aspetti tecnici e formali che hanno caratterizzato il progetto nell'idea e nella pratica costruttiva.

Il corso prevede lezioni istituzionali ed eventuali sopralluoghi.

PROGRAMMA

Problematiche generali della storia dell'architettura e i differenti approcci storiografici; criteri di periodizzazione storica; fonti, strumenti e metodi e loro applicazione.

Analisi e lettura di edifici o complessi di epoca diversa considerati particolarmente significativi rispetto al contesto storico di formazione, o alle fasi di successiva trasformazione. Particolare attenzione sarà dedicata a quegli esempi che consentono di evidenziare le molte relazioni che intercorrono tra progetto e storia, architettura e città.

BIBLIOGRAFIA

- N. Pevsner, J. Flaming, H. Honour, *Dizionario di architettura*, Einaudi, Torino, 1992.
 D. Watkin, *Storia dell'architettura occidentale*, Zanichelli, Firenze, 1990.
 B. Zevi, *Storia dell'architettura moderna*, Einaudi, Torino, 1950 (rist. 1995).

Tecnologia dei materiali e chimica applicata

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Proprietà chimico-fisico-meccaniche e tecnologie dei leganti, del calcestruzzo, delle leghe Fe-C, delle leghe leggere, dei prodotti ceramici, delle materie plastiche, con particolare attenzione ai problemi inerenti la durabilità di tali materiali.

ESERCITAZIONI

Al *computer* ed in laboratorio, mirate all'approfondimento di alcuni argomenti svolti a lezione, in particolare gli acciai ed il calcestruzzo.

Visite presso stabilimenti per la produzione di materiali da costruzione, quali cementerie, fornaci, centrali di betonaggio e acciaierie.

Tecnologie per l'igiene edilizia e ambientale

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Il corso intende proporre, all'interno delle complesse problematiche sollecitate dalla interazione uomo - salute - ambiente, soluzioni tecnologiche appropriate alla ottimizzazione delle condizioni di vita e di lavoro. Con questo obiettivo sono analizzati i criteri progettuali e le prescrizioni normative relative alle scelte costruttive (materiali e tecniche) e gli impianti tecnologici fondamentali (idrosanitario, elettrico, telefonico e audiovisivo, di riscaldamento e condizionamento, ecc.), con particolare attenzione all'edilizia residenziale, ma anche a strutture edilizie caratterizzate da specifiche destinazioni d'uso (edilizia scolastica, industriale, ospedaliera, infrastrutture di servizio alla collettività, ecc.). Accanto ai problemi generali di identificazione delle principali cause che concorrono al deterioramento dell'ambiente costruito, interno e esterno, vengono esaminate le tecniche disponibili per il controllo e l'attenuazione dei fenomeni di inquinamento dell'aria, dell'acqua, del suolo.

Elementi di architettura tecnica 1

Anno:periodo 1:2

Obiettivo del corso è fornire, attraverso l'analisi funzionale e costitutiva dell'edificio civile e dei vari componenti edilizi, le conoscenze necessarie al conseguimento di una adeguata capacità di organizzazione del processo edilizio.

PROGRAMMA

Il processo e il sistema edilizio; esigenze dell'utenza, sistema ambientale e sistema tecnologico. I requisiti tecnologici e le presentazioni dei componenti edilizi; controllo della qualità secondo le normative di classificazione e terminologia. Cenni sui materiali edilizi; caratteristiche meccaniche e lavorazione del legno, dell'acciaio, della lega di alluminio, del conglomerato cementizio. L'integrazione delle diverse parti nell'intero organismo edilizio. La produzione industriale dei componenti e l'industrializzazione edilizia.

Elementi di architettura tecnica 2

Anno: periodo 1:2

Obiettivo del corso è approfondire, attraverso l'analisi morfologica delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici costituenti l'organismo edilizio, le conoscenze necessarie al conseguimento di una adeguata capacità di conduzione e controllo della progettazione tecnologica nell'ambito edilizio.

PROGRAMMA

L'evoluzione dei sistemi costruttivi, in relazione ai materiali di impiego ed alle tecniche di realizzazione.

Studio dell'organismo edilizio attraverso l'analisi morfologica delle unità tecnologiche e degli elementi tecnici: strutture di fondazione, involucro verso il suolo, strutture verticali e orizzontali, involucro verticale sopra il suolo, coperture orizzontali e inclinate, strutture di collegamento verticale, partizioni interne ed esterne, infissi esterni e interni, elementi di finitura superficiale.

L'integrazione degli impianti nell'organismo edilizio.

ESERCITAZIONI

È prevista l'esecuzione di elaborati grafici specifici, in relazione ai contenuti delle lezioni, e la schedatura antologica di esempi tipici di rilevante contenuto tecnico-architettonico.

Corso di diploma universitario in **Ingegneria elettrica** (Sede di Alessandria)

Il diploma universitario in *Ingegneria elettrica* soddisfa la domanda di tecnici di livello medio-alto, dotati di competenze tecniche di base e trasversali, capaci di integrarsi facilmente nell'attività produttiva e dei servizi accanto alla figura professionale dell'ingegnere laureato. L'area di destinazione è quella che concerne attività tecniche connesse con la produzione, l'utilizzazione o la gestione di apparecchiature o sistemi a contenuti prevalentemente elettrici od elettronici, sia nell'ambito di sistemi industriali a diverso grado di automazione, che di aziende di servizi o di reparti a prevalente caratterizzazione energetica.

Il diplomato ingegnere elettrico è un tecnico di elevata preparazione, qualificato per affrontare i problemi tecnico-industriali nell'immediato e con formazione sufficientemente estesa e valida per recepire e utilizzare l'innovazione. La grande varietà dei compiti che gli vengono richiesti dal mercato, composto in prevalenza da piccole e medie aziende di notevole diversificazione produttiva, merceologica e gestionale, impone una sicura preparazione di base insieme ad ampi contenuti tecnico-applicativi, che ne favoriscano un rapido inserimento professionale.

È prevalente il concetto di evitare eccessive specializzazioni, che comunque non troverebbero spazi didattici sufficienti, e di curare invece al meglio quella solida preparazione tecnica in tutti gli ambiti culturali propri del settore elettrico di base e della elettronica industriale e di potenza. Ciò consente un rapido adattamento alle più diverse esigenze professionali e mira ad evitare la possibile obsolescenza, sul piano della formazione, dovuta al mutare delle discipline specialistiche spinte.

Il corso di diploma, pertanto, fornisce l'impostazione generale matematica dei fenomeni fisici e delle leggi della chimica, la conoscenza degli strumenti informatici con l'uso concreto di svariati metodi di calcolo, la conoscenza dei concetti di economia e di organizzazione applicati ai processi produttivi. Vi sono poi discipline tecnico-scientifiche volte a fornire una buona conoscenza dell'elettrotecnica e dell'elettronica, delle macchine elettriche e dell'elettronica di potenza, degli azionamenti elettrici e dell'energetica elettrica, degli impianti elettrici, della sicurezza elettrica, dell'automazione. L'approccio didattico è sempre rivolto all'applicazione specifica, con strumenti e linguaggi correnti nel lavoro professionale.

A partire dall'a.a. 1995/96 verrà anche attivato un orientamento *Materie plastiche* per rispondere a specifiche esigenze espresse dal mondo industriale.

La professionalità dell'ingegnere diplomato si potrà esprimere in impieghi quali: progettazione, esercizio e manutenzione degli impianti a contenuto tecnologico elettrico di fabbrica, attività tecniche di esercizio nelle aziende di servizi, progettazione esecutiva di prodotto o di processo, logistica, installazione e/o collaudo di macchine e sistemi semplici o complessi, direzione e gestione di reparti e di linee di produzione, attività di controllo e verifiche tecniche, sicurezza elettrica, attività di promozione, vendita, assistenza tecnica, funzioni di responsabile per sistemi di energia, ecc. L'attività potrà essere svolta sia nel mondo industriale che presso enti pubblici e privati.

L'attività professionale del diplomato ingegnere elettrico sarà comunque rivolta:

- sia ai processi di preparazione, produzione, trasformazione e vendita di materiali e prodotti, inclusa la gestione delle risorse, interloquendo utilmente con i laureati e i tecnici anche di altra area culturale;
- sia alla funzione di raccordo tra la fase di ideazione e la fase di realizzazione dei manufatti e dei sistemi di produzione e di servizio, disponendo dei criteri validi per scelte razionali.

In base alla disponibilità sarà anche possibile effettuare un approfondimento applicativo mediante tirocini e *stage*. In collegamento col sistema industriale si prevede di sviluppare progetti esecutivi o relazioni tecniche critiche su attività sperimentali o produttive per la preparazione di tesi o di elaborati finali per il conseguimento del titolo.

Il naturale proseguimento degli studi, per il diplomato universitario in Ingegneria elettrica che non intenda inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il corso di laurea in Ingegneria elettrica. Coloro che hanno seguito l'orientamento *Materie plastiche* potranno fare riferimento anche al corso di laurea in Ingegneria dei materiali.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

1:1	(1. anno, 1. periodo didattico)
	1 310 H : Istituzioni di matematiche 1
	1 315 H : Istituzioni di matematiche 2
	1 065 H : Chimica
	1 125 H : Disegno tecnico industriale
	1 240 H : Fondamenti di informatica
1:2	1 320 H : Istituzioni di matematiche 3
	1 220 H : Fisica 1
	1 225 H : Fisica 2
	1 475 H : Tecnologia meccanica
	1 465 H : Tecnologia dei materiali e chimica applicata
2:1	1 045 H : Calcolo numerico + Statistica matematica
	1 190 H : Elettrotecnica
	1 230 H : Fisica tecnica
	1 085 H : Comportamento meccanico dei materiali
	1 150 H : Elementi di meccanica teorica e applicata
2:2	1 440 H : Sistemi energetici
	1 330 H : Macchine elettriche
	1 205 H : Elettrotecnica 2
	1 160 H : Elettronica applicata 1
	1 165 H : Elettronica applicata 2
3:1	1 180 H : Elettronica industriale di potenza 1
	1 185 H : Elettronica industriale di potenza 2 (per Orient. <i>Materie plastiche</i> sostituito da: Tecnologia delle materie plastiche
	1 100 H : Controlli automatici 1
	1 105 H : Controlli automatici 2 (per Orient. <i>Materie plastiche</i> sostituito da: Equipaggiamenti elettrici delle macchine
	1 280 H : Impianti elettrici 1
3:2	1 015 H : Azionamenti elettrici 1
	1 020 H : Azionamenti elettrici 2 (per Orient. <i>Materie plastiche</i> sostituito da: Tecnologie di lavorazione delle materie plastiche
	1 370 H : Misure elettriche
	1 285 H : Impianti elettrici 2
	1 130 H : Economia e organizzazione aziendale (per Orient. <i>Materie plastiche</i> sost. da: Gestione industriale della qualità

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati nell'ordine con cui i corsi sono elencati nel precedente quadro riassuntivo (ordine cronologico di anno e periodo didattico). La sigla terminante in H/P indica corsi in comune, per la sede di Alessandria, ai diplomi in Ingegneria elettrica e Ingegneria meccanica.

1 310 H/P Istituzioni di matematiche 1

Anno:periodo 1:1

PROGRAMMA

1. *Preliminari e richiami.*

Richiami sulle nozioni fondamentali di algebra e di geometria

2. *I numeri complessi.*

Forma algebrica dei numeri complessi, piano di Argand-Gauss, forma trigonometrica. Radici n -esime di un numero complesso e loro rappresentazione geometrica. Equazioni algebriche. Scomposizione dei polinomi reali e complessi.

3. *Matrici, determinanti, sistemi lineari.*

Nozioni generali sulle matrici a coefficienti reali e complessi. Riduzione di una matrice e rango. Operazioni sulle matrici. Matrici invertibili. Sistemi lineari e loro risoluzione col metodo di riduzione. Teorema di Rouché-Capelli. Sistemi lineari omogenei. Determinanti. Teorema di Cramer.

4. *Geometria analitica piana.*

Vettori applicati e vettori liberi nel piano. Somma, prodotto per un numero, prodotto scalare. Componenti.

Rappresentazione parametrica e cartesiana di una retta nel piano. Parallelismo, ortogonalità, angoli. Fasci di rette. Distanza di un punto da una retta.

Circonferenza. Rette tangenti a una circonferenza. Fasci di circonferenze. Coniche in forma canonica o traslate. Fuochi, assi di simmetria, asintoti dell'iperbole.

1 315 H/P Istituzioni di matematiche 2

Anno:periodo 1:1

L'obiettivo del corso è quello di dare i concetti di base del calcolo differenziale e integrale per le funzioni di una variabile in modo che lo studente sappia utilizzare limiti, derivate, integrali, sviluppi di Taylor ed equazioni differenziali.

PROGRAMMA

1. *Funzioni, limiti, derivate.*

Funzioni reali di una variabile reale. Dominio. Grafico. Funzioni crescenti e decrescenti.

Concetto di limite. Limiti fondamentali. Teoremi sui limiti. Forme indeterminate. Funzioni continue.

Asintoti orizzontali e verticali di una funzione.

Il concetto di derivata, significato geometrico.

Applicazioni della derivata prima: crescita, decrescenza, massimi e minimi relativi.

Applicazioni della derivata seconda: concavità e flessi.

Formula di Taylor. Parabola approssimante.

2. Integrali e equazioni differenziali.

La nozione di integrale definito. Teorema della media.

Primitive, integrale indefinito, teorema di Torricelli.

Integrazione per parti e per sostituzione.

Calcolo di aree.

Generalità sulle equazioni differenziali.

Equazioni differenziali lineari del primo ordine omogenee e non omogenee; integrale generale e problema di Cauchy.

Equazioni differenziali lineari del secondo ordine a coefficienti costanti.

BIBLIOGRAFIA

R.A. Adams, *Calcolo differenziale 1 : funzioni di una variabile*.

1 065 H/P Chimica

Anno:periodo 1:1

Il corso si propone di fornire le nozioni di base necessarie alla comprensione ed all'interpretazione dei fenomeni chimici e di dare una breve rassegna delle proprietà degli elementi più comuni e dei loro principali composti.

PROGRAMMA

1. *Chimica generale*.

Teoria atomica e struttura dell'atomo. Configurazione elettronica. Sistema periodico degli elementi.

Legame chimico e formazione di composti.

Sistemi chimico-fisici e stati di aggregazione della materia.

Stato gassoso: leggi dei gas; gas ideali e reali.

Stato solido: reticolo cristallino e cella elementare; soluzioni solide.

Stato liquido: tensione di vapore, crioscopia ed ebullioscopia.

Effetto termico delle reazioni. Velocità di reazione. Equilibri omogenei ed eterogenei. Legge dell'azione di massa e regola delle fasi.

Soluzioni di elettroliti. pH. Idrolisi. Prodotto di solubilità. Elettrochimica; potenziali di ossido-riduzione; fenomeni di corrosione.

2. *Chimica inorganica*.

Reattività di metalli e non metalli ed esempi di reazioni di interesse ingegneristico.

3. *Chimica organica*.

Cenni su idrocarburi e gruppi funzionali. Reazioni di polimerizzazione.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni saranno condotte in aula e verteranno sui seguenti argomenti: stati di ossidazione degli elementi, nomenclatura, reazioni chimiche, relazioni ponderali tra reagenti e prodotti delle reazioni, leggi dei gas, leggi dell'ebullioscopia e della crioscopia, equilibri omogenei ed eterogenei, legge della azione di massa, elettrochimica, f.e.m. delle pile e leggi di Faraday.

BIBLIOGRAFIA

L. Calligaro, A. Mantovani, *Fondamenti di chimica per l'ingegneria*, Cortina, Padova.

P. Corradini, *Fondamenti di chimica*, Ambrosiana, Milano.

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

Per le esercitazioni:

L. Calligaro, *Problemi di chimica*, Cortina, Padova.

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

1 125 H/P **Disegno tecnico industriale**

Anno:periodo 1:1

Il corso intende fornire le nozioni teoriche ed applicative di rappresentazione grafica degli oggetti della produzione meccanica, con particolare riferimento alle norme di unificazione.

PROGRAMMA

La rappresentazione di elementi meccanici mediante proiezioni ortogonali ed assonometriche.

Normativa nazionale ed internazionale sul disegno tecnico. Quotatura dei pezzi meccanici e riferimenti alla quotatura funzionale.

Tolleranze di lavorazione, dimensionali e geometriche; relazioni con i processi di lavorazione e criteri di scelta.

Finitura superficiale, rugosità.

Elementi ricorrenti nelle costruzioni meccaniche: smussi, raccordi, gole, assi e alberi, perni e snodi.

Montaggio e fissaggio di organi meccanici: dispositivi di collegamento smontabili non filettati (chiavette, linguette, spine, scanalati) e filettati (viti, dadi, ghiera, dispositivi antisvitamento spontaneo). Accoppiamenti filettati. Profili filettati e loro unificazione. Cenni di tecnologia di base: lavorazioni fondamentali per deformazione ed asportazione di truciolo e loro influenza sul disegno dei pezzi meccanici. Schemi delle principali macchine utensili.

ESERCITAZIONI

Schizzi e disegni di particolari e di gruppi meccanici semplici, con introduzione all'uso di tabelle e cataloghi.

1 240 H/P **Fondamenti di informatica**

Anno:periodo 1:1

Il corso intende presentare i fondamenti dell'informatica, con lo scopo di fare acquisire agli allievi una discreta manualità nell'uso degli elaboratori, attraverso l'impiego di strumenti di produttività individuale e di linguaggi di programmazione. Verranno fornite nozioni introduttive sulla struttura di un elaboratore, sulla rappresentazione dell'informazione al suo interno e sui principali componenti *software* che costituiscono un sistema.

Il corso può essere considerato propedeutico per molti corsi di carattere matematico-fisico che richiedono l'uso del calcolatore per le esercitazioni o lo sviluppo di casi di studio su elaboratori.

PROGRAMMA

1. *I fondamenti*. Sistemi di numerazione, algebra booleana, funzioni logiche, codifica dell'informazione.

2. *L'architettura di un sistema di elaborazione*.

Che cos'è un elaboratore (*hardware* e *software*);

architettura *hardware*:

unità centrale di elaborazione (CPU), memoria centrale, memoria di massa, unità di ingresso/uscita, struttura a *bus*;

principi base di funzionamento;

varie fasi dell'esecuzione di una istruzione

3. *Il software.*

Classificazione: *software* di base, *software* applicativo, *software* di produttività individuale;

fasi dello sviluppo di un programma;

i principi della programmazione strutturata;

algoritmi e strutture di dati;

linguaggi di programmazione: classificazioni, il linguaggio Pascal.

4. *Software di produttività individuale.*

Caratteristiche generali, classificazioni, fogli elettronici, *data base*.

5. *Il sistema operativo.*

Classificazioni (*multi-task*, *multi-user*, *real-time*, ecc.);

caratteristiche principali del sistema operativo MS-DOS.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazioni di programmazione in Pascal in aula e su *personal computer*.

BIBLIOGRAFIA

P. Demichelis, E. Piccolo, *Introduzione all'informatica*, McGraw-Hill.

1 320 H/P Istituzioni di matematiche 3

Anno:periodo 1:2

Il corso intende introdurre le nozioni principali del calcolo vettoriale con le sue applicazioni alla geometria dello spazio, e del calcolo differenziale e integrale in più variabili; fornire una conoscenza di base dei metodi matematici utilizzati nelle applicazioni meccaniche.

PROGRAMMA

1. *Calcolo vettoriale.* Vettori liberi e applicati, prodotto scalare e vettoriale. Coordinate cartesiane dello spazio. Equazioni di piani, sfere, rette, circonferenze. Misure di angoli e distanze. Altre superfici fondamentali: coni, cilindri, quadriche. Coordinate cilindriche e sferiche.
2. *Funzioni di più variabili.* Insiemi di livello, derivate parziali, gradiente, massimi e minimi liberi. Integrali multipli, di linea e di superficie.
3. *Meccanica del corpo rigido.* Cinematica, moti relativi, equazioni cardinali, lavoro ed energia, impulso, quantità di moto, momento della quantità di moto.
4. *Analisi dei sistemi dinamici lineari.* Stabilità e vibrazioni.

1 220 H/P Fisica 1

Anno:periodo 1:2

Il corso intende fornire agli studenti conoscenze di base su grandezze fisiche, misurazioni e unità di misura, meccanica e campi elettrici.

PROGRAMMA

1. *Grandezze fisiche e loro misurazioni:* errori sperimentali in misure dirette, indirette e propagazione degli errori.
2. *Meccanica del punto.*
Cinematica: definizione di velocità e accelerazione, moti rettilinei e curvilinei, moti relativi, composizione di movimenti.

Dinamica: leggi fondamentali della dinamica. Punto libero e punto vincolato, concetto di forza attiva e reattiva, vari tipi di forze. Teorema e conservazione della quantità di moto. Teorema e conservazione del momento della quantità di moto. Teorema dell'energia cinetica. Campi conservativi. Conservazione dell'energia meccanica. Moto di un punto in un campo conservativo, condizioni di equilibrio.

3. *Meccanica dei sistemi di punti*: forze interne e forze esterne. Moto del centro di massa. Teorema e conservazione della quantità di moto. Teorema e conservazione del momento della quantità di moto. Teorema e conservazione dell'energia cinetica. Cenni di meccanica del corpo rigido: corpo rigido girevole intorno ad un asse fisso.
4. *Termodinamica*: concetto di temperatura. Equazione di stato dei gas perfetti. Cenni di teoria cinetica. Equazione di stato dei gas reali. Concetto di quantità di calore, capacità termica e calore specifico. Trasformazioni termodinamiche. Cenni di propagazione del calore. Primo principio della termodinamica. Energia interna di un gas perfetto. Relazione tra le capacità termiche a pressione e volume costanti per un gas perfetto. Adiabatica reversibile per un gas perfetto. Secondo principio della termodinamica, rendimento di una macchina termica. Teorema di Carnot. Teorema di Clausius. Entropia. Diagramma entropico.

ESERCITAZIONI

Si effettuano esercitazioni teoriche in aula ed esercitazioni di laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli, *Appunti di Fisica I*, Levrotto & Bella, Torino.

G. Lovera, R. Malvano, B. Minetti, A. Pasquarelli, *Calore e termodinamica*, Levrotto & Bella, Torino.

1 225 H/P **Fisica 2**

Anno:periodo 1:2

Il corso intende fornire le leggi fondamentali dell'elettromagnetismo, dei fenomeni ondulatori meccanici ed elettromagnetici e conoscenze di base sul funzionamento degli strumenti ottici.

PROGRAMMA

1. Corrente elettrica. Concetto di resistenza elettrica. Conduzione ohmica. Effetto Joule.
2. Campi magnetici statici. Forza di Lorentz. Forze su correnti. Calcolo di campi magnetici generati da correnti stazionarie.
3. Comportamento dei materiali in campi elettrici e magnetici statici.
4. Induzione elettromagnetica. Campi variabili nel tempo. Equazioni di Maxwell.
5. Concetto di onda progressiva e stazionaria. Onde elettromagnetiche. Elementi di ottica ondulatoria.
6. Ottica geometrica e strumenti ottici.
7. Termodinamica: temperatura e calore. Generazione, trasporto e dissipazione del calore. Primo e secondo principio della termodinamica. Ciclo di Carnot e rendimento delle macchine termiche. Concetto di entropia. Applicazioni ai gas perfetti.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazioni teoriche, sperimentazioni di laboratorio e simulazioni al computer.

1 475 H/P **Tecnologia meccanica**

Anno:periodo 1:2

Il corso si propone di fornire un quadro sintetico ma il più possibile completo delle principali operazioni tecnologiche usate nell'industria manifatturiera per la costruzione di particolari meccanici. Al termine del corso l'allievo dovrebbe essere in grado di progettare il ciclo tecnologico per la realizzazione di semplici particolari meccanici.

PROGRAMMA

I processi fusori. Formatura in forma transitoria: fusione in terra, shell molding, micro-fusione; formatura in forma permanente: fusione in conchiglia, pressofusione. Le lavorazioni per deformazione plastica. Definizione delle tensioni e delle deformazioni, resistenza del materiale alla deformazione, velocità di deformazione, lavoro ideale e reale di deformazione. Classificazione delle lavorazioni; laminazione, stampaggio massivo a caldo, ricalcatura, estrusione, trafilatura, lavorazione delle lamiere: tranciatura, imbutitura, piegatura.

Le lavorazioni per asportazione di truciolo. Cenni di teoria della formazione del truciolo. Tornitura, fresatura, foratura, brocciatura rettificatura. Gli utensili, geometria e materiali.

ESERCITAZIONI

In aula. Proiezioni di filmati su argomenti tecnologici. Definizione di cicli di lavorazione per la produzione di particolari meccanici sulle macchine utensili ad asportazione di truciolo. Determinazione delle forze e dei lavori di deformazione nelle lavorazioni per deformazione plastica. Valutazione delle forze e potenze nelle principali lavorazioni con asportazione di truciolo.

In laboratorio. Esecuzione delle prove di durezza e trazione su materiali metallici. Visita al laboratorio macchine utensili.

BIBLIOGRAFIA

Secciani, Villani, *Produzione metalmeccanica. Vol. 2*, Cappelli.
Giusti, Santocchi, *Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione*, Ambrosiana.
Kalpakjian, *Manufacturing engineering and technology*, Addison Wesley.

1 465 H/P **Tecnologia dei materiali e chimica applicata**

Anno:periodo 1:2

Il corso ha come principali obiettivi la definizione delle caratteristiche dei materiali utilizzati nelle realizzazioni ingegneristiche di tipo chimico, meccanico ed elettrico e l'individuazione dei parametri che ne controllano l'impiego, le tecnologie di fabbricazione e/o di trasformazione e le prestazioni in esercizio. Vengono inoltre illustrate la finalizzazione ingegneristica e tecnologica e le conseguenze di sollecitazioni di varia natura (meccaniche, elettriche, termiche, chimiche ecc. - singole o combinate) sulla durata in esercizio.

PROGRAMMA

Classificazione e proprietà generali dei materiali metallici, ceramici, polimerici e compositi impiegati nell'ingegneria. Materiali monocristallini, policristallini ed amorfi.

Proprietà tecnologiche dei materiali. Definizione e misura delle principali caratteristiche d'impiego.

Richiami sulle strutture dei solidi. Cristalli ideali e cristalli reali. Difetti strutturali: vacanze e dislocazioni. Diagrammi di stato.

Materiali ceramici tradizionali e per tecnologie avanzate.

Produzione e impieghi del rame e dell'alluminio.

Materiali polimerici termoplastici e termoindurenti; elastomeri.

Materiali compositi a matrice polimerica, metallica e ceramica.

Dielettrici solidi. liquidi e gassosi.

Sistemi elettrochimici di generazione e accumulo della energia elettrica.

Problemi di durabilità e meccanismi di degrado e di protezione dei materiali.

1 045 H/P **Calcolo numerico + Statistica matematica**

Anno:periodo 2:1

Obiettivi del corso. *Calcolo numerico*: breve illustrazione di alcuni metodi numerici di base, allo scopo di mettere gli studenti in condizione di utilizzare librerie scientifiche (NAG, IMSL, MATLAB) per la risoluzione di problemi numerici. *Statistica matematica*: introduzione alle idee di base del calcolo delle probabilità e della statistica, presentazione delle principali distribuzioni, con applicazioni a situazioni applicative.

PROGRAMMA

1. Conseguenze dell'aritmetica del calcolatore sul calcolo numerico. Concetti di condizionamento di un problema e di stabilità di un algoritmo.
2. Metodi numerici dell'algebra lineare.
3. Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali.
4. Equazioni e sistemi non lineari.
5. Calcolo di integrali.
6. Elementi di calcolo delle probabilità: definizioni e regole di calcolo. Teorema di Bayes.
7. Distribuzioni. Distribuzioni sperimentali e principali distribuzioni teoriche.
8. Teoria della stima: distribuzioni campionarie, stima, test statistici e intervalli di fiducia.
9. Cenni sul controllo della qualità nei processi produttivi.

1 190 H/P **Elettrotecnica**

Anno:periodo 2:1

Fornire le basi di teoria dei circuiti ed i concetti elementari sui campi e sulle macchine elettriche.

PROGRAMMA

Teoria delle reti elettriche.

Sistemi elettrici in regime stazionario: grandezze elettriche fondamentali; bipoli elettrici; reti elettriche e teoremi fondamentali. Sistemi elettrici in regime quasi stazionario: sistemi monofase in regime sinusoidale; sistemi trifase in regime sinusoidale; cenni sui regimi transitori.

Cenni ed applicazioni della teoria dei campi.

Campo elettrostatico: capacità, schermature, materiali isolanti. Campo di corrente: prese di terra, protezioni di strutture metalliche. Campo magnetico: circuiti magnetici, materiali ferromagnetici.

Macchine elettriche.

Induzione elettromagnetica: auto- e mutue induttanze. Teoria del trasformatore monofase. Cenni sulle principali macchine elettriche rotanti.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni di calcolo sugli argomenti del corso ed alcune esercitazioni di laboratorio (caratterizzazione di bipoli in continua e regime sinusoidale, trasformatori monofase).

BIBLIOGRAFIA

Dispense del corso.

L. Oliveri, E. Ravelli, *Elettrotecnica*, CEDAM, Padova.

A. Boglietti, L. Elia, F. Profumo, M. Rosa, *Esercizi di elettrotecnica*, Levrotto & Bella, Torino.

1 190 H/P Fisica tecnica

Anno: periodo 2:1

Il contenuto del corso è quello tradizionale: comprende argomenti strettamente tecnici (termodinamica applicata e termofluidodinamica) che costituiscono un collegamento fra i corsi teorici e quelli applicativi; contiene argomenti più particolari (acustica applicata ed illuminotecnica) che di norma non vengono ripresi in corsi successivi.

PROGRAMMA*Illuminotecnica.*

Sorgenti luminose puntiformi, lineari e di superficie con relativi metodi di calcolo: schemi elettrici di alimentazione.

Acustica applicata.

Audiogramma normale, proprietà dei materiali, riverberazione, isolamento acustico; legge 277 del 15/8/91 e DPCM 1/4/91.

Termodinamica applicata.

Sistemi, stati, trasformazioni. Primo e secondo principio; trasformazioni reversibili; ciclo di Carnot. Funzioni di stato quali exergia, entropia, entalpia. Sistemi aperti ed equazioni di bilancio. Gas ideali perfetti e quasi perfetti; proprietà dei cicli diretti ideali (Otto, Joule, Diesel, Carnot e cicli rigenerativi). Vapori e loro proprietà; cicli diretti ideali; rigenerazione. Cicli inversi. Effetto Joule-Thomson, gas reali. Miscela aria-vapore; diagramma di Mollier per l'aria umida.

Termofluidodinamica.

Fenomeni di trasporto dell'energia, della quantità di moto e della massa. Principi di conservazione. Moto prodotto da differenze di densità. Conduzione termica, legge di Fourier, conducibilità. Convezione naturale e forzata. Irraggiamento termico, leggi fondamentali, scambio termico fra corpi neri e grigi. Scambio termico liminare e globale, resistenza termica. Scambiatori di calore.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni in aula con esercizi e calcoli esemplificativi sugli argomenti di teoria; è prevista inoltre la visione e l'uso di strumenti fotometrici, acustici e termometrici.

BIBLIOGRAFIA

- C. Codegone, *Fisica tecnica*, 6 vol., Giorgio, Torino, 1969.
 A. Sacchi, G. Cagliaris, *Fisica tecnica*, UTET, Torino, 1990.
 C. Boffa, P. Gregorio, *Elementi di fisica tecnica. Vol. 1 e 2*, Levrotto & Bella, Torino, 1981.
 P. Gregorio, *Esercizi di fisica tecnica*, 2 vol., Levrotto & Bella, Torino, 1990.
 P. Gregorio, *Fisica tecnica : temi d'esame svolti*, Levrotto & Bella, Torino, 1990.
 A. Sacchi, E. Capra, G. Cagliaris, *Esercizi di fisica tecnica. I e II parte*, CLUT, Torino, 1994.

1 085 H/P **Comportamento meccanico dei materiali**

Anno:periodo 2:1

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, focalizzando l'attenzione su casi di interesse meccanico (alberi, telai, ...).

PROGRAMMA

1. *Richiami di statica.*
 Forze, momenti, risultanti, equivalenza dei 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 delle tensioni: 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, momento 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 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. *Applicazioni 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. *Strutture reticolari.*
 Determinazione delle forze normali agenti nelle aste con metodi grafici e analitici.

8. *Instabilità elastica.*

Modello di Eulero: biforcazione della soluzione, carico critico, lunghezza libera di inflessione, snellezza.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazioni di calcolo di tipo applicativo, concernenti casi pratici di verifica o progetto di elementi resistenti.

BIBLIOGRAFIA

Dispense preparate dal docente.

Feodosov, *Resistenza dei materiali*, Editori Riuniti, Roma.

Nash, *Resistenza dei materiali*, (Collana Schaum ; n. 28).

1 150 H/P **Elementi di meccanica teorica e applicata**

Anno:periodo 2:1

Scopo del corso è fornire gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identificazione e la modellizzazione dei fenomeni meccanici fondamentali, dei comportamenti e dei sistemi meccanici.

PROGRAMMA

1. *Cinematica dei meccanismi piani*: cinematica del corpo rigido, accoppiamenti tra corpi rigidi, cinematica dei moti relativi, analisi cinematica di meccanismi.
2. *Dinamica del corpo rigido nel piano*: equazioni cardinali, riduzione delle azioni d'inerzia, lavoro ed energia, impulso, quantità di moto, momento della quantità di moto.
3. *Sistemi meccanici con attrito*: attrito radente, attrito volvente, metodologie di modellazione e applicazione a sistemi di varia complessità.
4. *Componenti meccanici ad attrito*: sistemi con superfici di contatto estese, ipotesi dell'usura, freni, frizioni.
5. *Sistemi di trasmissione*: meccanismi, ruote di frizione, ruote dentate, rotismi, flessibile, vite – madrevite.
6. *Meccanica dei sistemi vibranti a un grado di libertà*: vibrazioni libere, vibrazioni forzate.

ESERCITAZIONI. Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione di esercizi riguardanti tutti gli argomenti del corso.

BIBLIOGRAFIA

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

1 440 H/P **Sistemi energetici**

Anno:periodo 2:2

Il corso intende fornire le nozioni di base per l'analisi dei sistemi energetici a fluido, sia in condizioni nominali di funzionamento, sia in condizioni diverse da quelle di progetto, ed è volto essenzialmente alle problematiche degli impianti motori a vapore e a gas, degli impianti di compressione, dei sistemi energetici idraulici. Oltre ai principi di termodinamica-energetica e di fluidodinamica applicate a tali sistemi saranno forniti anche gli elementi per la valutazione dell'influenza del singolo componente sulle loro prestazioni e per consentirne la scelta.

PROGRAMMA

Classificazione dei sistemi energetici a fluido e loro applicazioni.

Fondamenti di termodinamica e fluidodinamica applicate ai sistemi energetici.

Impianti a vapore: cicli termodinamici e loro realizzazione; mezzi per migliorarne le prestazioni; impianti a cogenerazione e a ciclo combinato; regolazione delle turbine a vapore.

Turbine a gas: impianti e cicli termodinamici; caratteristica meccanica e di regolazione.

Compressori di gas: principi e caratteristiche di funzionamento.

Impianti idroelettrici e di pompaggio: turbine idrauliche, turbopompe e loro regolazione.

Motori alternativi a combustione interna: cicli termodinamici e di lavoro; caratteristica meccanica e di regolazione.

ESERCITAZIONI

Il corso prevede esercitazioni sia in aula che in laboratorio e visite ad impianti o industrie costruttrici di macchine a fluido.

Le esercitazioni in aula consistono nello svolgimento di esercizi e problemi applicativi dei concetti sviluppati a lezione ed hanno lo scopo di fornire gli ordini di grandezza dei vari parametri, oltre che di migliorare il grado di apprendimento.

BIBLIOGRAFIA

A.E. Catania, *Complementi di macchine*, 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, *Compressori volumetrici*, ACSV, Ed. CGVCU, 1991.

A.E. Catania, *Turbine idrauliche*, ACSV, Ed. CGVCU, 1992.

A. Capetti, *Motori termici*, UTET, Torino, 1967.

1 330 H/P Macchine elettriche

Anno: periodo 2:2

Il corso si propone di fornire le basi per la comprensione del funzionamento delle macchine elettriche fondamentali. Per ciascuna macchina vengono inoltre illustrate le principali applicazioni, i criteri di scelta, i limiti di impiego e le principali forme costruttive.

PROGRAMMA

Materiali e circuiti magnetici. Richiami sui materiali magnetici. Richiami sui circuiti magnetici. Tipi e applicazioni dei materiali magnetici.

Il trasformatore. Notizie storiche e aspetti costruttivi. Il funzionamento a vuoto del trasformatore. Il circuito equivalente del trasformatore. Grandezze nominali del trasformatore. Prove tipiche sui trasformatori. Il corto-circuito del trasformatore. Il funzionamento a carico del trasformatore. Rendimento e cadute di tensione. Parallelo dei trasformatori. Funzionamento del trasformatore con carichi squilibrati. Cenni ai diversi tipi di trasformatore.

Il motore a corrente continua. Notizie storiche e forme costruttive. Descrizione qualitativa del funzionamento. La produzione di fem e di coppia. La commutazione e i circuiti ausiliari. La reazione d'indotto e i suoi effetti sulla commutazione e sul funzionamento della macchina. Le tipologie di eccitazione. La caratteristica elettromeccanica. Le applicazioni industriali e le regolazioni di velocità.

Le macchine elettriche in c.a. Il campo rotante e gli avvolgimenti. Produzione della fem indotta in un avvolgimento. I vettori spaziali.

Il motore asincrono. Notizie storiche e aspetti costruttivi. Principio di funzionamento del motore asincrono. Il funzionamento a vuoto del motore e il diagramma vettoriale. Il funzionamento a carico del motore. Il circuito equivalente e il diagramma vettoriale completo del motore. La coppia e il bilancio di potenze nel motore asincrono. L'avviamento di motori asincroni. Tipi di motori asincroni.

La macchina sincrona. Principio di funzionamento e forme costruttive. La macchina sincrona come generatore. Produzione di potenza elettrica attiva e reattiva. Il circuito equivalente. La definizione di angolo di carico e la caratteristica di coppia. La macchina sincrona come motore. Motore sincrono pilotato in corrente. Espressione della coppia, analogie col motore in corrente continua. Tipi di motori sincroni (a MP, a riluttanza).

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni prevedono una fase in aula consistente in calcoli relativi al funzionamento delle macchine elettriche e una fase di laboratorio consistente in misure e analisi del funzionamento.

BIBLIOGRAFIA

L. Oliveri, E. Ravelli, *Macchine elettriche*, CEDAM, Padova.
Fitzgerald, Kinsley, *Electric machinery*, Mc Graw-Hill, New York.

1 205 H Elettrotecnica 2

Anno:periodo 2:2

Il corso si propone come ampliamento e approfondimento di talune tematiche generali impartite in corsi precedenti, in particolare *Elettrotecnica*, nonché come trattamento di tematiche specifiche a loro volta contenenti premesse concettuali e metodologiche applicabili a corsi successivi (*Impianti elettrici*, *Azionamenti elettrici*).

PROGRAMMA

Elettrostatica.

Richiamo ed approfondimento di premesse fisiche. Descrizione e proprietà dei campi. Metodo delle immagini. Calcolo delle capacità. Proprietà caratterizzanti dei materiali isolanti; classificazione e metodi diagnostici e conservativi.

Elettromagnetismo.

Richiamo ed approfondimento di premesse fisiche. Grandezze magnetiche scalari e vettoriali e loro proprietà. Legge di Ampère e approccio circuitale alla descrizione dei campi. Calcolo delle induttanze. Forze ponderomotrici sul rame e sul ferro nelle macchine elettriche. Proprietà caratterizzanti dei materiali magnetici. Aspetti energetici, isteresi, perdite nel ferro. Magneti permanenti.

Elettromeccanica.

Interpretazione della f.m.m. come grandezza spazialmente distribuita; periodicità nello spazio e nel tempo. Identificazione spaziale delle distribuzioni di conduttori. Identificazione simbolica delle distribuzioni temporali periodiche di grandezze elettriche. Trasformazione di Fortescue. Messa in relazione dei due tipi di distribuzione, formazione degli ordini armonici di f.m.m. negli avvolgimenti polifasi. Tipi di interazione e modalità di geni della coppia nelle varie tipologie di macchine rotanti, e classificazioni relative.

Campi di corrente.

Applicazione alle prese di terra. Conduzione metallica. Conduzione negli elettroliti; fenomeni di corrosione. Superconduzione. Semiconduttori e componenti fondamentali

dell'elettronica di potenza. Approfondimento di taluni aspetti della teoria delle reti (bipoli doppi bipoli) e dei sistemi trifasi.

Fenomeni variabili entro mezzi massicci.

Ripartizione della corrente in regime variabile nei conduttori massicci. Conduttori a sezione circolare, effetto pelle. Conduttori a sezione rettangolare entro cave. Diffusione ondosa dei campi elettrici e magnetici variabili entro mezzi massicci.

Linee.

Metodologie di trattamento. Messa in tensione di una linea indefinita aperta e di una linea finita a vuoto e in corto circuito. Linee in regime sinusoidale. Linee senza e con perdite; effetto Ferranti; condizione di Heaviside; fattore di riflessione.

Dinamica dei sistemi elettrici.

Sistemi lineari a parametri tempo-invarianti: approcci operazionali e trasformatore. Trasformata di Fourier, trasformate unilatera e bilatera di Laplace. Metodi di antitrasformazione. Funzioni diagnostiche. Risposte indiciali. Sistemi a campionamento e trasformata z. Risposta armonica: diagrammi di Nyquist, di Bode, di Nichols. Applicazione dei metodi generali di analisi dinamica a bipoli elettrici. Cenno alle problematiche di definizione delle potenze in regime deformante.

BIBLIOGRAFIA

Kupfmuller, *Fondamenti di elettrotecnica*, UTET, Torino.

Note manoscritte fornite dal docente.

1 160 H Elettronica applicata 1

Anno:periodo 2:2

Questo corso, partendo da requisiti di conoscenze della fisica, dell'elettrotecnica e dell'analisi matematica vuole fornire allo studente le conoscenze di base dell'elettronica dei circuiti a semiconduttore.

PROGRAMMA

Inizialmente verranno forniti semplici concetti di teoria dei semiconduttori, indispensabili per comprendere il funzionamento dei dispositivi affrontati in seguito.

Vengono quindi studiati i dispositivi elementari, quali il diodo, il transistor bipolare e il FET, con i relativi modelli. Dei transistori bipolari vengono in particolare analizzati semplici circuiti di amplificatore, con i relativi i circuiti di polarizzazione. Dei FET vengono visti sia i circuiti di potenza basati sui dispositivi JFET, sia i circuiti logici, basati sui MOSFET. Viene quindi sviluppato uno studio in frequenza di questi dispositivi.

Successivamente viene affrontata la teoria degli amplificatori operazionali, presentando i più classici circuiti applicativi, quali amplificatori invertenti e non, sommatori, integratori, differenziatori, oscillatori, filtri.

Conclude il corso una rassegna di porte logiche, bipolari e MOS, che introduce l'elettronica digitale di secondo livello.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni proposte agli studenti si sviluppano in due ambienti differenti.

Nel primo, tramite l'uso di un simulatore elettronico, PSPICE, si vuole mettere l'allievo in grado di simulare i circuiti visti a lezione utilizzando uno strumento CAD, disponibile su PC e ampiamente diffuso nella pratica quotidiana dell'elettronica.

Nel secondo ambiente lo studente avrà a disposizione un laboratorio con strumenti di base (alimentatore, oscilloscopio, piastre millefori) con cui provare sperimentalmente i circuiti studiati a lezione e simulati con gli strumenti CAD (PSPICE).

BIBLIOGRAFIA

Bogart, *Electronics : devices and circuits*, Merrill, 1993,

1 165 H **Elettronica applicata 2**

Anno:periodo 2:2

Questo corso prosegue il primo corso completando gli argomenti di elettronica classica ancora scoperti e sviluppando temi elettronici più vicini agli automatismi industriali.

PROGRAMMA

L'elettronica classica verterà su temi di alimentazione e regolazione di tensione, *sample & hold*, e tutti i circuiti inerenti alle conversioni A/D e D/A. Particolare enfasi verrà data alle tecniche e ai dispositivi di conversione.

La seconda parte del corso si occuperà di elettronica digitale per applicazioni industriali. In particolare verrà affrontato il tema dei microcontrollori, studiando le possibilità di utilizzo di questi circuiti e le relative applicazioni.

L'ultima parte del corso affronterà il tema dei PLC.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni saranno sviluppate in laboratorio utilizzando una piastra, basata sul microcontrollore Motorola 68HC11, sviluppata al Politecnico di Torino e attualmente utilizzata nei corsi di elettronica di terzo livello del corso di laurea in elettronica. Per la parte inerente i PLC un opportuno banco di prova, interfacciato ad un PC, permetterà allo studente di progettare la propria applicazione utilizzando un semplice *personal computer*.

BIBLIOGRAFIA

La prima parte del corso farà uso del testo utilizzato nel primo corso.

Per la parte sui microcontrollori è disponibile il testo

P. Spasov, *Microcontroller technology*, Regent - Prentice Hall, 1993,

che sviluppa proprio una serie di applicazioni pilota da far implementare allo studente utilizzando il controllore 68HC11.

1 180 H **Elettronica industriale di potenza 1**

Anno:periodo 3:1

Il corso ha lo scopo di fornire informazioni sul funzionamento, sui criteri di scelta, e sulle principali applicazioni delle strutture di conversione statica dell'energia elettrica.

PROGRAMMA

Principali componenti per la conversione statica. Diodi, tiristori, BJT, IGBT, MOSFET, GTO.

Conversione CA / CC. Strutture monofase e trifase a semionda, controfase, a ponte. Regolazione della tensione raddrizzata. Cenni alle principali applicazioni ed ai problemi di compatibilità con la rete di alimentazione ed il carico.

Conversione CC / CC. Principi di funzionamento.

Conversione CC / CA. Strutture di *inverter*. *Inverter* di tensione: onda quadra e modulato. *Inverter* di corrente. Esame di applicazioni industriali.

BIBLIOGRAFIA

N. Mohan, T. Undeland, W.P. Robbins, *Power electronics : converters, applications and design*, Wiley, New York, 1995.

B.K. Bose, *Power electronics and AC drives*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.

1 185 H Elettronica industriale di potenza 2

Anno: periodo 3:1

Il corso dopo una breve introduzione sulle principali applicazioni industriali dei convertitori, tratta separatamente i convertitori DC / DC, i convertitori DC / AC, gli alimentatori *switching*, i gruppi di continuità, le applicazioni industriali, domestiche e su rete.

Durante il corso sono programmate alcune visite presso aziende che producono convertitori (o parti di essi) o ne sono utilizzatrici.

PROGRAMMA

Note introduttive.

Definizione di convertitore e degli elementi costituenti: componenti elettronici di potenza, strutture, controlli. Tipologie di convertitori AC / DC e AC / AC e principali campi di applicazione.

Convertitori DC / DC. Convertitori Buck, convertitori Buck-Boost, convertitore di Cuk, convertitori a ponte.

Convertitori DC / AC. *Inverters* monofasi di tensione PWM e onda quadra. *Inverters* trifasi di tensione PWM e onda quadra. *Inverters* con regolazione di corrente.

Alimentatori DC switching. Alimentatori lineari. Convertitori *flyback*. Convertitori *push-pull*. Convertitori a ponte. Controllo degli alimentatori *DC switching*.

Gruppi di continuità. Disturbi sulla rete. *Power conditioners*. Gruppi di continuità (raddrizzatore, batterie, *inverters*).

Applicazioni domestiche e industriali.

Applicazioni domestiche: riscaldamento, sistemi di condizionamento, lampade fluorescenti. Applicazioni industriali: riscaldamento ad induzione, saldatura elettrica.

Applicazioni sulle reti.

Trasmissione in corrente continua ad alta tensione. Filtri per correnti armoniche. Sistemi di compensazione della potenza reattiva. Interconnessioni con sorgenti di energie rinnovabili.

Interfaccia tra reti e sistemi con PE.

Generazione di correnti armoniche. Correnti armoniche e fattore di potenza. Normativa. EMI.

BIBLIOGRAFIA

N. Mohan, T. Undeland, W.P. Robbins, *Power electronics : converters, applications and design*, Wiley, New York, 1995.

B.K. Bose, *Power electronics and AC drives*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.

1 *** H/P **Tecnologia delle materie plastiche**

Anno:periodo 3:1

Il corso si propone di affrontare il duplice aspetto della tipologia delle materie plastiche e delle loro proprietà reologiche. Sono quindi analizzati i vari tipi di materie plastiche che sono oggi disponibili sul mercato, le problematiche connesse con le loro caratteristiche da correlare con le prestazioni richieste al prodotto e le prove per la valutazione di tali caratteristiche.

PROGRAMMA

Chimica e preparazione delle materie plastiche.

Caratteristiche fisiche delle materie plastiche allo stato solido.

Caratteristiche fisiche delle materie plastiche allo stato fluido.

Prove per la valutazione delle caratteristiche fisiche; compatibilità organolettica e ambientale.

Riciclaggio delle materie plastiche.

1 100 H **Controlli automatici 1**

Anno:periodo 3:1

Il corso si propone di dare agli studenti la capacità di costruire semplici modelli fisici, di analizzare le proprietà di stabilità di tali modelli, di sviluppare l'analisi di sistemi lineari, invariati, a parametri concentrati e di progettare semplici dispositivi di controllo.

PROGRAMMA

Concetto di sistema. Rappresentazione in variabili di stato e mediante funzioni di trasferimento. Modelli di sistemi dinamici: elettrici, meccanici, elettromeccanici, termici e idraulici. Matrice di transizione e leggi di moto; risposta libera e risposta forzata; regime transitorio e regime permanente. Analisi nel dominio complesso: trasformata di Laplace e trasformata Z. Linearizzazione; stati di equilibrio. Stabilità interna: sistemi lineari e sistemi non lineari mediante linearizzazione. Risposta in frequenza: diagrammi di Bode. Proprietà strutturali: controllabilità, osservabilità. Stabilità esterna. Forme canoniche di controllo e osservazione. Posizionamento dei poli con retroazione degli stati e con retroazione dall'uscita.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni in aula ed al computer con l'uso di pacchi *software* specifici per lo studio di sistemi e per il controllo (MATLAB, ACS, Program CC, ecc.).

BIBLIOGRAFIA

Dispense del corso.

Rinaldi, *Teoria dei sistemi*, CLUP, Torino.

Fiorio, *Controlli automatici*, CLUT, Torino.

1 105 H **Controlli automatici 2**

Anno:periodo 3:1

-Il corso si propone di dare agli studenti la capacità di costruire semplici modelli fisici, di analizzare le proprietà di stabilità di tali modelli e di sviluppare l'analisi di sistemi lineari, invariati, a parametri concentrati.

PROGRAMMA

Compendio degli effetti principali del controllo in catena chiusa. Analisi di sensitività. Retroazione dagli stati misurati ed osservati. Diagrammi di Bode. Diagramma di Nyquist. Luogo delle radici. Specifiche tecniche nel dominio del tempo e della frequenza: stabilità relativa, rapidità di risposta, errori di posizioni e velocità. Progetto di compensatori in cascata (integrativo e derivativo).

ESERCITAZIONI

Esercitazioni al calcolatore con l'uso di pacchi *software* specifici per lo studio di sistemi e per il controllo (MATLAB, ACSI, Program CC, ecc.) su tutti i punti delle lezioni.

1 *** H/P **Equipaggiamenti elettrici delle macchine**

Anno:periodo 3:1

Nelle macchine e nei processi di produzione di componenti in materiale plastico (iniezione, stampaggio, movimentazione, controllo qualità ecc.) ampio è l'uso di attuatori elettrici e in generale di dispositivi elettrici, così come di sistemi di controllo elettronici e programmatori logici. Il corso si prefigge di introdurre i fondamenti necessari ad affrontare le problematiche specifiche dell'applicazione degli equipaggiamenti elettrici sulle macchine per la lavorazione delle materie plastiche.

PROGRAMMA

Conversione statica dell'energia elettrica. Componenti elettronici di potenza. Convertitori AC/DC, DC/DC, DC/AC. Tecniche di modulazione. Tecniche di controllo e regolazione.

Dispositivi elettromeccanici per le macchine per la lavorazione delle materie plastiche. Attuatori elettromeccanici. Azionamenti elettrici. Sistemi di controllo automatico per azionamenti elettrici.

Sistemi per il controllo di temperatura e pressione.

Sistemi di misura e controllo qualità.

Sistemi a controllo numerico. Controlli a logica programmabile, struttura del calcolatore. Macchine a controllo numerico. Controlli di processo.

1 280 H **Impianti elettrici 1**

Anno:periodo 3:1

Il modulo si propone di fornire le nozioni fondamentali necessarie per la comprensione dei problemi impiantistici e di illustrare i metodi analitici di base per lo studio e per la progettazione degli impianti elettrici.

PROGRAMMA

Descrizione del sistema elettrico: caratteristiche generali, produzione, trasmissione, distribuzione, utilizzazione.

Sollecitazioni sui componenti elettrici: sollecitazioni termiche, dielettriche, elettrodinamiche, cenni sui dispositivi di protezione.

Trasformatori: aspetti costruttivi, circuiti equivalenti, significato e valori tipici dei parametri, metodo di calcolo dei valori relativi.

Linee elettriche: aspetti costruttivi delle linee aeree e dei cavi, modello in regime sinusoidale, parametri.

Problemi fondamentali della trasmissione: linea a vuoto, linea con carico caratteristico, limiti di trasmissione.

Sistemi di distribuzione: linee di distribuzione, studio approssimato dei sistemi radiali, scelta delle sezioni dei cavi, aspetti tecnici ed economici del rifasamento.

Guasti trifasi: componenti della corrente di corto-circuito, comportamento in corto-circuito delle macchine rotanti, metodi di calcolo delle correnti di corto-circuito. Guasti a terra e stato del neutro.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni in aula. Svolgimento di esercizi numerici relativi a trasformatori, linee elettriche, sistemi di distribuzione radiali, calcoli di corto-circuito.

Esercitazioni in laboratorio. Impiego di un foglio elettronico per lo studio di linee elettriche e di sistemi di distribuzione radiali.

Visite tecniche. Visita tecnica ad una cabina primaria dell'ENEL.

BIBLIOGRAFIA

G. Conte, *Impianti elettrici*, 2. ed., Hoepli.

1 015 H Azionamenti elettrici 1

Anno:periodo 3:2

Il corso, dopo una breve introduzione sulle principali applicazioni industriali in cui sono utilizzati gli azionamenti elettrici, tratta separatamente gli azionamenti per motori a corrente continua e gli azionamenti per motori ad induzione.

Durante il corso sono programmate alcune visite presso aziende che producono azionamenti (o parti di essi) o ne sono utilizzatrici.

PROGRAMMA

Note introduttive.

Definizione di azionamento e degli elementi costituenti: attuatori elettromeccanici, strutture elettroniche di potenza e strutture di controllo. Tipologie di azionamenti *dc* e *ac* e principali campi di applicazione.

Attuatori elettromeccanici.

Riepilogo delle nozioni basi dei motori a corrente continua e dei motori ad induzione con riferimento alle applicazioni a velocità variabile.

Strutture di controllo.

Generalità sul comando in tensione e sul comando in corrente. Tipologie di modulatori (analogici e digitali) e tecniche di modulazione in anello aperto e con riferimenti generati in anello chiuso.

Azionamenti DC.

Azionamenti con strutture di potenza a ponte e controllo della tensione di armatura e della tensione di campo. Anelli di corrente. Controllo a coppia costante e a potenza costante. Azionamenti con strutture di potenza a *chopper*.

Azionamenti AC per motori ad induzione.

Soft start. Azionamenti ad *inverter* a corrente impressa. Azionamenti ad *inverter* a tensione impressa: ad onda quadra e modulati. Metodi scalari di controllo. Azionamenti per il controllo della frequenza e per il controllo della coppia. Azionamenti con *inverter* di tensione di tipo *V/f* costante: anello aperto, con anello di velocità, con controllo di scorrimento, controllo di coppia e di flusso. Azionamenti di tipo CRPWM. Azionamenti con *inverter* di corrente. Limiti delle soluzioni presentate.

BIBLIOGRAFIA

N. Mohan, T. Undeland, W.P. Robbins, *Power electronics : converters, applications and design*, Wiley, New York, 1995.

B.K. Bose, *Power electronics and AC drives*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.

1 020 H Azionamenti elettrici 2

Anno:periodo 3:2

Il corso tratta le diverse tipologie di azionamenti elettrici in corrente alternata per applicazioni industriali.

PROGRAMMA

Caratteristiche esterne di azionamento.

Diagramma coppia – velocità e funzionamento sui quattro quadranti. Azionamenti reversibili e bidirezionali; potenza assorbita della rete. Frenatura; funzionamento a recupero. Funzionamento a coppia costante e a potenza costante. Caratteristiche dei carichi. Azionamenti regolati in velocità e in coppia; punto di lavoro e sua stabilità. Prestazioni statiche e dinamiche degli azionamenti. Accoppiamento non rigido tra motore e carico.

La coppia delle macchine elettriche.

Equazioni per la descrizione di circuiti mutuamente accoppiati: coppia cilindrica e di anisotropia, coppia dovuta ai magneti permanenti. Variazione delle induttanze degli avvolgimenti con la posizione del rotore.

Motori sincroni.

Motori a commutazione elettronica e magneti permanenti sul rotore: generalità e schema a blocchi. Fem trapeziche e sinusoidali. Magnet, rotor e trasduttori. Alimentazione di potenza. Circuiti di comando e regolazione.

Azionamenti con motori sincroni autopilotati. Motori a riluttanza; principio di funzionamento a forme costruttive. Motori a riluttanza commutata: generalità, cenni costruttivi e schemi di controllo.

Motori a passo.

Motori a passo: generalità (motori a magneti permanenti, a riluttanza variabile, ibridi). Controllo dei motori a passo; loro impieghi.

Azionamenti per assi.

Caratteristiche del moto; profili di velocità. Schemi per il controllo di posizione. Moduli per il controllo di assi. Controllo numerico delle m.u.

Azionamenti per la trazione elettrica.

Problemi caratteristici della trazione elettrica. Schemi di conversione statica e di regolazione. Esempi di equipaggiamenti per la trazione; veicoli elettrici.

Azionamenti per macchine operatrici.

Caratteristiche operative di pompe, ventilatori e compressori. Scelta di un azionamento a velocità variabile. Considerazioni impiantistiche e risparmio energetico.

Azionamenti per la robotica industriale.

Robot industriali: generalità e tipologie. Prestazioni richieste ed impieghi. Azionamenti per la robotica. Unità di governo e controllo dei robot.

Norme sugli azionamenti elettrici.

Cenni sulla normativa nazionale ed internazionale relativa a macchine, convertitori ed azionamenti elettrici. Cenni sulla normativa relativa ai rumori ed alle vibrazioni.

BIBLIOGRAFIA

N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins: *Power electronics : converters, applications and design*, Wiley, New York, 1995.

W. Leonhard, *Control of electrical drives*, Springer, Berlin, 1985.

B.K. Bose, *Power electronics and AC drives*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.

1 *** H/P **Tecnologia di lavorazione delle materie plastiche**

Anno:periodo 3:2

Il corso prende in considerazione i diversi processi che sono utilizzati industrialmente per la fabbricazione di manufatti in materia plastica, comprendendo in questa famiglia anche i compositi fibrosi con i problemi che essi comportano dal punto di vista delle lavorazioni ad asportazione di truciolo. Sono anche analizzati i trattamenti che il prodotto deve subire, dopo la formatura, prima di essere immesso sul mercato.

PROGRAMMA

Trasformazione delle materie plastiche.

Fabbricazione e lavorazione di parti in compositi fibrosi.

Scelta del processo di trasformazione e costo del prodotto.

Qualità del prodotto.

Finitura e decorazione del manufatto in plastica.

Assemblaggio di parti in plastica.

1 370 H **Misure elettriche**

Anno:periodo 3:2

Sono fornite le nozioni di base sui fondamenti pratici della moderna scienza della misura ed è fatta acquisire familiarità con i metodi di misura delle grandezze elettriche. È trattato il problema normativo sia spiegando gli scopi ed i modi di funzionamento degli enti preposti sia illustrando l'importanza della certificazione. Infine sono illustrati non tanto i principi di funzionamento, ma soprattutto le modalità d'uso degli strumenti di misura più diffusi nell'ingegneria elettrica e sono presentate le disposizioni circuitali usate per la misura di alcune grandezze elettriche.

PROGRAMMA

I fondamenti di teoria della misurazione. Grandezza fisica, informazione e incertezza.

Il procedimento logico operativo di una misurazione.

L'organizzazione metrologica e normativa internazionale, europea, comunitaria e nazionale. Le unità di misura. Il Sistema Internazionale (SI). I campioni. La disseminazione delle unità e i servizi di taratura.

I principali metodi di misura. Confronto diretto e indiretto. Gli scambi di energia.

I ponti in *c.c.* e in *c.a.* Il potenziometro. I sistemi di misura. Il modello di un sistema di misura. La taratura.

I sistemi di misura analogici, digitali e a microprocessore.

Strumenti analogici per la misurazione. Oscilloscopio a raggi catodici. Voltmetri, amperometri e wattmetri per grandezze continue e alternate.

Strumenti numerici per la misurazione. Convertitori analogico-numerici e numerico-analogici. Multimetro. Oscilloscopio digitale.

Sistemi di misura a microprocessore: strumenti intelligenti, sistemi di acquisizione automatica dei dati.

BIBLIOGRAFIA

E. Arri, S. Sartori, *Le misure delle grandezze fisiche*, Paravia, Torino, 1984.

L. Benetazzo, *Misure elettroniche. Strumentazione analogica*, CLEUP, Padova, 1990.

L. Benetazzo, *Misure elettroniche. Strumentazione numerica*, CLEUP, Padova, 1990.

R. Giometti, F. Frascari, *Manuale per il laboratorio di misure elettroniche*, Calderini, Bologna, 1984.

Appunti e monografie indicati a lezione dall'insegnante.

1 285 H **Impianti elettrici 2**

Anno:periodo 3:2

Il corso si propone di fornire allo studente le principali nozioni sulla sicurezza elettrica, con riferimento ai diversi sistemi degli impianti elettrici, e di approfondirne le conoscenze relative ai principali componenti degli impianti stessi, considerati nella loro costruzione, applicazione e funzionamento.

PROGRAMMA

Effetti fisiopatologici della corrente elettrica sul corpo umano e limiti di pericolosità. Resistenza elettrica del corpo umano. Il terreno come conduttore elettrico. Contatti diretti ed indiretti. Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TT, TN e IT mediante interruttori automatici, fusibili, interruttori differenziali e loro coordinamento con l'impianto di terra. Cenni su altri metodi di protezione. L'equipotenzialità nei sistemi TT e TN. Componenti degli impianti elettrici e sovracorrenti. Sollecitazioni termiche e elettrodinamiche relative alle correnti di cortocircuito. L'arco elettrico nei dispositivi di interruzione e negli impianti. L'interruzione di corrente alternata e caratteristiche operative dei vari tipi di interruttori automatici e fusibili. Apparecchi limitatori di corrente. Scelta degli apparecchi di protezione. Cavi elettrici: durata di vita in condizioni ordinarie e di sovracorrente. Protezione dei cavi contro sovraccarico e cortocircuito.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni pratiche svolte in aula, sul campo e in laboratorio. Visita ai laboratori di cortocircuito dell'IEN "Galileo Ferraris" di Torino.

BIBLIOGRAFIA

Appunti delle lezioni.

Norme CEI e IEC.

V. Carrescia, *Fondamenti di sicurezza elettrica*, Hoepli, Milano

G. Conte, *Impianti elettrici*, Hoepli, Milano.

1 130 H **Economia e organizzazione aziendale**

Anno:periodo 3:2

Le condizioni che assicurano il successo di un'impresa industriale sono oggi di due tipi: la proprietà di tecnologie all'avanguardia, dal lato tecnico, e l'impiego efficiente di una struttura organizzativa efficace e robusta, dal lato gestionale.

La prima condizione caratterizza l'alto livello del processo produttivo e quindi garantisce la fornitura di prodotti di elevata qualità a costi di lavorazione competitivi. La seconda condizione caratterizza le funzioni gestionali dell'impresa e quindi può assicurare un utilizzo della struttura produttiva (risorse umane ed impianti) a reddito elevato.

Il nuovo diplomato in Ingegneria industriale deve poter disporre di strumenti metodologici che lo rendano capace non solo di affrontare problematiche tecniche, ma anche di confrontarsi con il management aziendale. Questo costituisce la motivazione del corso di Economia e organizzazione aziendale, specificatamente progettato per la nuova figura universitaria.

PROGRAMMA

Il corso è dedicato all'analisi degli strumenti di base per: comprendere e valutare l'impresa in termini finanziari; comprendere ed applicare gli strumenti metodologici per prevedere e ridurre l'ammontare delle principali voci di costo, tra le quali la più rilevante è sovente quella imputata a magazzini di materie prime e prodotti.

I concetti. Impresa e mercato: la proprietà e le funzioni aziendali. Flussi di risorse finanziarie in un'azienda.

Strumenti per l'analisi finanziaria. Bilancio d'esercizio. Analisi di bilancio.

Strumenti per il controllo dei costi. Analisi dei costi industriali. Tecniche di previsione della domanda. Tecniche di gestione degli *stock*. Gestione dei materiali: MRP (Material Requirement Planning); JIT (Just In Time).

BIBLIOGRAFIA

Appunti forniti dal docente.

Antony, *Principi di contabilità aziendale*, ETAS, Milano, 1972.

Calderini, E. Paolucci, T. Valletti, *Economia e organizzazione aziendale : guida alla risoluzione di casi e problemi*, UTET, Torino, 1994.

Cooper & Lybraud (ed.), *Il bilancio*, Il Sole 24 Ore Libri, Milano, 1988.

1 *** H/P **Gestione industriale della qualità**

Anno:periodo 3:2

Il corso affronta il problema sempre più importante della qualità del prodotto introducendo, accanto a richiami di statistica, lo studio della normativa del settore (norma ISO 9000), della valutazione della qualità in produzione e delle motivazioni che devono essere comunicate al personale coinvolto.

PROGRAMMA

Evoluzione del concetto di qualità.

Precisione del processo produttivo. Monitoraggio del processo.

Normazione e certificazione.

Aspetti economici.

Relazioni umane e motivazione. Formazione per la qualità.

Corso di diploma universitario in Ingegneria elettronica

(Sedi di Ivrea e di Torino)

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

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

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

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

Il naturale proseguimento degli studi, per il diplomato universitario in *Ingegneria elettronica* che non intenda inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il corso di laurea in *Ingegneria elettronica*.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

Nelle sigle dei corsi, la cifra '4' iniziale (che indica 'Ivrea') va uniformemente sostituita con la cifra '0' per i corrispondenti corsi che si svolgono a Torino.

1:1	(1. anno, 1. periodo didattico)
	Corso propedeutico
	4 335 L : Matematica 1
	4 340 L : Matematica 2
	4 245 L : Fondamenti di informatica 1
	4 250 L : Fondamenti di informatica 2
	4 065 L : Chimica
<hr/>	
1:2	4 040 L : Calcolo numerico
	4 355 L : Metodi matematici per l'ingegneria
	4 215 L : Fisica
	4 460 L : Struttura della materia
	4 200 L : Elettrotecnica 1
	4 205 L : Elettrotecnica 2
<hr/>	
2:1	4 030 L : Calcolatori elettronici 1
	4 035 L : Calcolatori elettronici 2
	4 525 L : Teoria dei sistemi
	4 095 L : Controlli automatici
	4 160 L : Elettronica applicata 1
	4 165 L : Elettronica applicata 2
<hr/>	
2:2	4 520 L : Teoria dei segnali
	4 530 L : Trasmissione numerica
	4 415 L : Reti logiche
	4 455 L : Strumentazione elettronica di misura
	4 375 L : Misure elettroniche
<hr/>	
3:1	4 490 L : Tecnologie e materiali per l'elettronica
	4 360 L : Microelettronica
	4 050 L : Campi elettromagnetici
	4 080 L : Compatibilità elettromagnetica
	4 110 L : Costi di produzione e gestione aziendale
<hr/>	
3:2	4 010 L : Architetture dei sistemi integrati
	4 170 L : Elettronica dei sistemi digitali
	4 410 L : Reti di telecomunicazione

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati nell'ordine con cui i corsi sono elencati nel precedente quadro riassuntivo (ordine cronologico di anno e periodo didattico). La sigla terminante in L/N indica corsi in comune, per la sede di Ivrea, ai diplomati in Ingegneria elettronica e Ingegneria informatica ed automatica.

Corso propedeutico

Omogeneizzazione del linguaggio matematico di base, ripasso delle nozioni di base di algebra e di geometria analitica, comprensione del concetto di funzione, conoscenza delle funzioni elementari, capacità di tracciare grafici di funzioni elementari e di sottoporli alle trasformazioni fondamentali (traslazioni, simmetrie, dilatazioni, ...), capacità di interpretare geometricamente (oltre che di risolvere algebricamente) equazioni, disequazioni e sistemi.

Richiami su logica e insiemi.

Richiami di geometria analitica.

Il concetto di funzione. Grafici delle funzioni elementari: retta, parabola, iperbole. Trasformazioni del piano e grafici.

Complementi di geometria analitica: coniche e trasformazioni del piano.

Equazioni, disequazioni e sistemi algebrici: soluzione algebrica e interpretazione geometrica.

Funzioni esponenziali.

Elementi di trigonometria e funzioni trigonometriche.

Funzione composta e funzione inversa. Logaritmo e funzioni trigonometriche inverse.

Equazioni e disequazioni esponenziali, logaritmiche e trigonometriche.

Numeri complessi.

Polinomi.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni al calcolatore sulla grafica di funzioni elementari.

4 335 L/N **Matematica 1**

Anno: periodo 1:1

Il corso studia i concetti di base del calcolo delle funzioni di una variabile. Intende mettere gli studenti in grado di utilizzare limiti, derivate, integrali e sviluppi di Taylor in semplici problemi anche applicativi.

PROGRAMMA

Limiti e continuità.

Derivabilità e calcolo di derivate.

Proprietà delle funzioni continue e derivabili in un intervallo.

Ordini di infinito e di infinitesimo. Sviluppi di Taylor.

Studio di funzioni e problemi di massimo e minimo.

Integrale indefinito e definito. Applicazioni degli integrali e calcolo di aree. Integrali impropri.

LABORATORI. Studio e rappresentazione grafica di funzioni per mezzo di MATLAB.

BIBLIOGRAFIA

R.A. Adams, *Calcolo differenziale 1*, Ambrosiana, Milano, 1993.

4 340 L/N **Matematica 2**

Anno:periodo 1:1

Il corso intende mettere gli studenti in grado di utilizzare i principali strumenti dell'algebra lineare e del calcolo differenziale ed integrale in più variabili.

PROGRAMMA

Algebra lineare: vettori, matrici e relative operazioni; soluzione di sistemi lineari; autovalori ed autovettori.

Numeri complessi.

Funzioni di più variabili: calcolo differenziale, integrali multipli.

Geometria analitica e differenziale nel piano e nello spazio.

LABORATORI. Uso di MATLAB per calcoli con vettori e matrici; rappresentazione grafica di funzioni di due variabili.

BIBLIOGRAFIA

R.A. Adams, *Calcolo differenziale 2*, Ambrosiana, Milano, 1993.

4 245 L/N **Fondamenti di informatica 1**

Anno:periodo 1:1

Il corso, congiuntamente al corso di *Fondamenti di informatica 2*, intende fornire i concetti fondamentali degli elaboratori elettronici, descriverne i principi di funzionamento, introdurre le nozioni fondamentali per la loro programmazione al fine di dare una corretta e precisa impostazione al loro studio e al loro uso.

PROGRAMMA.

Concetti generali, *hardware*, *software*.

Struttura dell'elaboratore.

Rappresentazione dell'informazione negli elaboratori.

Aritmetica degli elaboratori.

Logica di Boole e circuiti logici.

Linguaggi di programmazione (parte I).

Il linguaggio C.

Il *personal computer* (parte I).

L'ambiente MS-DOS.

ESERCITAZIONI. Esercizi illustrativi degli argomenti mediante l'uso del PC.

BIBLIOGRAFIA.

B.W. Kernigham, D.M. Ritchie, *Linguaggio C*, Jackson, 1992.

Bishop, *L'informatica*, Jackson, 1992.

4 250 L/N Fondamenti di informatica 2

Anno:periodo 1:1

Il corso, congiuntamente al corso di *Fondamenti di informatica 1*, intende fornire i concetti fondamentali degli elaboratori elettronici, descriverne i principi di funzionamento, introdurre le nozioni fondamentali per la loro programmazione al fine di dare una corretta e precisa impostazione al loro studio e al loro uso.

PROGRAMMA.

Architettura e funzionamento del processore.

Unità periferiche (tipologia e gestione).

Sistemi operativi.

Linguaggi di programmazione (parte II).

Il linguaggio C (parte II).

Compilatori e interpreti.

Il personal computer (parte II).

Trasmissione di dati e reti di calcolatori.

Sistemi di produttività individuale.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni su elaboratori del tipo *personal computer*.

BIBLIOGRAFIA.

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

Bishop, *L'informatica*, Jackson, 1992.

4 065 L/N Chimica

Anno:periodo 1:1

PROGRAMMA

Le leggi ponderali e volumetriche della chimica. Concetto di grammoatomo e grammo-molecola. Concetto di mole e numero di Avogadro. Significato quantitativo delle formule chimiche e delle equazioni di reazione. Teoria atomica.

Struttura elettronica degli atomi. L'atomo di idrogeno. Numeri quantici dell'elettrone: n, l, m, m_s . Struttura elettronica di atomi a più elettroni: numero massimo di elettroni per ciascun guscio atomico principale; dimensione atomica; configurazione elettronica degli elementi. Struttura elettronica e reattività: gas nobili, elementi elettropositivi ed elettronegativi; elettronegatività.

Tipi di legami atomici molecolari.

- Legame ionico: caratteri generali. Forze interioniche per una coppia di ioni. Energie interioniche per una coppia di ioni; impacchettamento di ioni in solidi ionici: numero di coordinazione, neutralità elettrica ed energie di legame in solidi ionici.
- Legame covalente, teorie VB e VSEPR; la molecola di idrogeno; il legame covalente in altre molecole biatomiche o mononucleari ed eteronucleari: legami semplici, doppie tripli; legame covalente polare; il legame covalente in molecole contenenti carbonio; geometria elettronica e molecolare di alcune molecole semplici; concetto di risonanza. Legame metallico: caratteri generali del modello a bande.
- Legami secondari: dipoli fluttuanti, dipoli permanenti, legame a idrogeno.
- Legami misti: legame misto ionico-covalente e frazione di carattere ionico; legame misto metallico-covalente; legame misto metallico-ionico.

Sistemi chimico-fisici e stati di aggregazione della materia.

- Stato gassoso: leggi dei gas, teoria cinetica, gas ideali e gas reali.
- Stato liquido: tensione di vapore; composizione delle soluzioni: proprietà colligative delle soluzioni di non-elettroliti.
- Stato solido: reticolo cristallino e cella elementare; soluzioni solide; difetti reticolari.

Correlazione fra configurazione elettronica, legame chimico, microstruttura e proprietà: conduttori, isolanti, semiconduttori intrinseci ed estrinseci di tipo N e tipo P.

Termochimica e termodinamica chimica. Variazione di energia interna, di entalpia, di entropia e di energia libera. Legge di Hess; Energie di legame. Ciclo di Born-Haber.

Cinetica chimica: definizione di velocità di reazione; teoria delle collisioni; fattori che influiscono sulla velocità di reazione: concentrazione dei reagenti, temperatura, energia di attivazione.

Equilibri chimici: concetti di base; equilibri omogenei ed eterogenei; costanti di equilibrio K_p e K_c . Principio dell'equilibrio mobile; relazione tra G_0 e costante di equilibrio. Equilibri in soluzione: acidi e basi; autoionizzazione dell'acqua e K_w ; forza degli acidi e delle basi; scale di pH; idrolisi; prodotto di solubilità.

Elettrochimica: potenziali standard di elettrodo e potenziali standard di riduzione; equazione di Nernst; relazione tra E_0 , cell, G_0 e K . Elettrolisi e leggi di Faraday. Corrosione. Pila Leclanché e pila alcalina; accumulatori al Pb, pila Ni-Cd, pila a combustibile H_2/O_2 .

Chimica organica. Cenni su idrocarburi e principali gruppi funzionali. Fenomeni di polimerizzazione: resine termoplastiche e termoindurenti.

4 040 L/N **Calcolo numerico**

Anno: periodo 1:2

Breve illustrazione di alcuni metodi numerici di base. La parte iniziale del corso tratta le equazioni differenziali ordinarie, a completamento dei moduli precedenti.

PROGRAMMA

Equazioni differenziali ordinarie.

Conseguenze dell'aritmetica del calcolatore sul calcolo numerico.

Concetti di condizionamento di un problema e di stabilità di un algoritmo.

Metodi numerici dell'algebra lineare.

Approssimazione di funzione e di dati sperimentali.

Equazioni e sistemi non lineari.

Calcolo di integrali.

Metodi numerici per le equazioni differenziali ordinarie.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono dedicate prevalentemente all'utilizzo del pacchetto MATLAB per le sperimentazioni dei metodi presentati nelle lezioni e per la risoluzione di problemi di calcolo numerico.

BIBLIOGRAFIA

Appunti preparati dal docente.

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

4 355 L/N **Metodi matematici per l'ingegneria**

Anno:periodo 1:2

Il corso presenta le idee di base e la capacità di utilizzo pratico di serie di potenze, serie di Fourier, trasformate di Laplace e di Fourier.

PROGRAMMA.

Approssimazione di funzioni: serie numeriche, serie di funzioni e di potenze, serie di Fourier.

Funzioni di variabile complessa: proprietà generali delle funzioni analitiche, serie di potenze nel campo complesso.

Definizione, proprietà fondamentali e utilizzo delle trasformate di Fourier e di Laplace.

4 215 L/N **Fisica**

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Concetto di misura fisica ed analisi dell'errore.

Principi fisici della meccanica dei corpi puntiformi e leggi di conservazione dell'energia e della quantità di moto. Forze conservative e dissipative.

Leggi fondamentali dell'elettromagnetismo nel vuoto e nella materia e loro compendio nelle equazioni di Maxwell.

Concetto di onda e studio delle proprietà dell'onda elettromagnetica.

BIBLIOGRAFIA

S. Micheletti, G. Crosta, *Fondamenti di fisica per scienze dell'informazione.*

4 460 L/N **Struttura della materia**

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Proprietà fondamentali delle onde elettromagnetiche e loro propagazione nei materiali: risposta in frequenza.

Aspetti corpuscolari dell'onda elettromagnetica, dualismo onda - particella.

Applicazione delle leggi della meccanica quantistica allo studio del moto elettronico unidimensionale.

Buca di potenziale a pareti infinite.

Cenni di fisica dei materiali: principio di Pauli, energia di Fermi.

Classificazione dei solidi in isolanti, conduttori e semiconduttori; introduzione alle proprietà di trasporto.

ESERCITAZIONI

Misure di indice di rifrazione con il metodo del prisma. Misure di lunghezza d'onda con reticoli di diffrazione. Misure di luce polarizzata.

BIBLIOGRAFIA

D. Halliday, R. Resnick, *Fondamenti di fisica* (vol. unico), Ambrosiana.

Resnick, Halliday, Krane, *Fisica 1 e Fisica 2*, Ambrosiana.

4 200 L Elettrotecnica 1

Anno: periodo 1:2

Corso propedeutico di teoria dei circuiti a parametri concentrati. Il corso intende fornire le metodologie per l'analisi lineare, anche automatica, dei circuiti elettrici.

PROGRAMMA

Reti elettriche

Modellamento di dispositivi elettromagnetici con multipoli. Connessioni tra multipoli. Corrente e tensione tra i terminali. Leggi di Kirchhoff.

Bipoli elettrici

Relazioni costitutive e classificazione dei bipoli. Potenza entrante nei bipoli. Generatori ideali di tensione. Generatori ideali di corrente. Resistore ideale. Circuiti elementari. Principio di sostituzione.

Resistore costituito da una rete di resistori

Connessione in serie di resistori. Connessione in parallelo di resistori. Trasformazione triangolo - stella e stella - triangolo.

Metodi elementari per l'analisi di reti

Partitore di tensione. Partitore di corrente. Teorema di Millman. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teorema di Thévenin. Teorema di Norton.

Resistori non ideali

Resistori variabili nel tempo. Resistori non lineari. Calcolo di reti resistive in presenza di un resistore non lineare. Diodo ideale.

Generatori pilotati

Classificazione. Calcolo di reti resistive in presenza di generatori pilotati. Rappresentazione Thévenin e Norton di bipoli contenenti generatori pilotati.

Multipole e multiporta resistivi

Rappresentazione, relazioni costitutive e potenze. Principio di sostituzione. Trasformatori ideali. Giratori. Amplificatori operazionali ideali. Calcolo di reti semplici.

Elementi con memoria

Condensatore ideale. Induttore ideale. Induttori accoppiati.

Reti in regime sinusoidale

I fasori e loro utilizzazione nella rappresentazione di grandezze sinusoidali isofrequenziali. Proprietà dei fasori. Reti fasoriali. Leggi di Kirchoff e relazioni costitutive. Bipoli inerti. Impedenza. Ammettenza. Resistenza. Reattanza. Conduttanza. Suscettanza. Connessioni di impedenze. Estensione dei metodi elementari al calcolo di reti fasoriali. Metodo dei potenziali ai nodi. Diagrammi fasoriali (cenni). Potenze in regime sinusoidale: potenza attiva, reattiva, complessa ed apparente. Teorema di Bouche-rot. Teorema della massima potenza.

Reti del dominio della frequenza

Calcolo di reti in presenza di generatori sinusoidali non isofrequenziali. Integrale di Fourier e trasformata di Fourier (cenni). Funzione di trasferimento. Proprietà filtranti delle reti. Filtri e risuonatori (cenni). Diagrammi di Bode.

Trasformatori

Relazioni costitutive. Circuiti equivalenti. Trasformatori perfetti.

Transitori in reti con una costante di tempo

BIBLIOGRAFIA

V. Daniele, A. Liberatore, R. Graglia, S. Manetti, *Elettrotecnica*, Monduzzi, Bologna, 1994.

4 205 L **Elettrotecnica 2**

Anno:periodo 1:2

Corso complementare al modulo di *Elettrotecnica 1*. Il corso intende fornire le metodologie per l'analisi lineare di reti (contenenti anche multiporta e doppi bipoli) in regime qualsiasi, sia mediante il metodo delle trasformate di Laplace che mediante il metodo delle variabili di stato. I contenuti della parte di elettromagnetismo riguardano la realizzazione pratica di componenti ed i circuiti magnetici; i sistemi trifasi vengono trattati nell'ambito degli impianti elettrici, e vengono descritte le principali macchine elettriche.

PROGRAMMA*Reti lineari dinamiche*

Variabili di stato. Continuità dello stato nelle reti non degeneri. Presenza di interruttori. Equazioni di stato nelle reti del primo e secondo ordine.

Transistori nelle reti del primo e secondo ordine. Trasformate di Laplace. Leggi di Kirchhoff nel dominio delle trasformate di Laplace. Impedenza ed ammettenza di un bipolo. Calcolo simbolico con le trasformate di Laplace. Calcolo di trasformate di funzioni elementari (costante, gradino, impulso, rampa). Antitrasformate di funzioni razionali fratte.

Doppi bipoli

Parametri Z. Parametri Y. Parametri H. Parametri G. Parametri A,B,C,D o di trasmissione. Relazioni tra i parametri di un doppio bipolo. Matrice *scattering*. Connessione tra doppi bipoli.

Elettromagnetismo

Realizzazione di resistori, induttori e condensatori. Correnti parassite in nuclei ferromagnetici. Effetto pelle. Cicli di isteresi. Induttore reale. Realizzazione di trasformatori. Reti magnetiche. Calcolo di reti magnetiche. Forze dovute a campi elettromagnetici.

Impianti Elettrici

Distribuzione dell'energia elettrica. Sistemi trifase. Misure. Rifasamento. Normativa impianti elettrici (cenni). Effetti della corrente elettrica sul corpo umano (cenni). Relè di tensione. Interruttore automatico di massima corrente. Interruttore automatico differenziale. Dispensori. Tensioni di *pass*.

Macchine elettriche

Trasformatore reale. Circuito equivalente e misura dei parametri. Costruzione (cenni). Sollecitazioni nelle macchine elettriche. Valori nominali e dati di targa. Trasformatori trifase. Connessioni degli avvolgimenti. Macchine in CC. Espressione della f.e.m. indotta e della coppia. Reazione di indotto. Motori CC. Caratteristiche meccaniche. Comando con raddrizzatori e *choppers*. Tipi eccitazione. Commutazione e macchina *brushless* (cenni). Funzionamento universale. Teoria generale delle macchine elettriche. Campo magnetico ruotante. Macchina sincrona. Alternatore. Motore sincrono. Inserzione nella rete (cenni). Macchina asincrona. Motori ad induzione. Caratteristica meccanica. Comando con invertitori e cicloinvertitori. Motori asincroni monofase (cenni). Principio di funzionamento di motori passo passo.

BIBLIOGRAFIA

V. Daniele, A. Liberatore, R. Graglia, S. Manetti, *Elettrotecnica*, Monduzzi, Bologna, 1994.

4 030 L/N Calcolatori elettronici 1

Anno:periodo 2:1

Scopo del corso è di fornire informazioni generali sulla struttura dei calcolatori presentando una panoramica delle diverse architetture.

PROGRAMMA

Funzionalità e struttura del calcolatore.

Componenti e strutture di interconnessione.

Memoria interna ed esterna.

Input / output.

Struttura e funzione del microprocessore.

Architettura e istruzioni del microprocessore Intel 8086/88.

ESERCITAZIONI. Sviluppo di programmi in linguaggio *assembler*.

BIBLIOGRAFIA

W. Stallings, *Computer organisation and architecture*, 3rd ed., MacMillan, 1993.

C. Morgan, M. Waite, *Il manuale 8086/88*, McGraw-Hill, 1989.

L.J. Scanlon, *IBM PC & XT assembly language*, Brady, 1985.

4 035 L/N Calcolatori elettronici 2

Anno:periodo 2:1

Scopo del corso è di fornire informazioni approfondite sulla programmazione in linguaggio *assembler* per le CPU della famiglia Intel.

PROGRAMMA

La CPU Intel 8086: linguaggio *assembler*.

Istruzioni *assembler* dei co-processori matematici 8087/287/387.

Macro-istruzioni e direttive per l'assemblaggio condizionale.

Convenzioni per la scrittura di procedure in *assembler* richiamabili da programmi C.

Gestione dell'I/O attraverso le interruzioni 21H e 10H.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni su elaboratori del tipo *personal computer*.

BIBLIOGRAFIA

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

P. Prinetto, M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda, *La programmazione nel linguaggio assembler 8086*, Levrotto & Bella, Torino, 1994.

4 525 L/N Teoria dei sistemi

Anno:periodo 2:1

Scopo: dare agli studenti la capacità di costruire modelli di semplici sistemi fisici, di analizzare le proprietà di stabilità di tali modelli, e di sviluppare l'analisi di sistemi lineari, invarianti, a parametri concentrati.

REQUISITI

Conoscenze di matematica e fisica ricevute nei corsi del primo anno. In particolare: Trasformate di Laplace e di Fourier, funzioni di variabile complessa. Algebra delle matrici. Algebra lineare. Leggi elementari della fisica.

PROGRAMMA

Introduzione ai vari tipi di sistemi (lineari, non lineari, invarianti, varianti, continui, discreti, ...).

Rappresentazione in variabili di stato, con schemi a blocchi e mediante funzione di trasferimento. Stabilità dei sistemi lineari invarianti, nel tempo.

Controllabilità e osservabilità, forme canoniche di rappresentazione.

Relazione tra funzione di trasferimento e rappresentazione in variabili di stato.

Stima asintotica dello stato. Posizionamento dei poli. Controllo mediante osservatore.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni al computer con l'uso di pacchetti *software* specifici per lo studio di sistemi e per il controllo (MATLAB).

BIBLIOGRAFIA

M. Milanese, *Sinossi di teoria dei sistemi*, CELID.

4 095 L/N Controlli automatici

Anno:periodo 2:1

PROGRAMMA

Introduzione, definizioni e problematiche relative ai controlli automatici.

Criteri di stabilità. Luogo delle radici.

Caratteristiche e specifiche dei sistemi di controllo.

Progetto dei sistemi di controllo continui nel dominio della frequenza.

Analisi di sistemi discreti e a dati campionati.

Trasformata Z.

Progetto dei sistemi di controllo digitali mediante discretizzazione di controllori continui.

Progetto diretto di controllori digitali nel dominio della frequenza.

ESERCITAZIONI

Analisi di un sistema elettromeccanico e dimensionamento di compensatori analogici e/o digitali per il controllo del suddetto processo.

BIBLIOGRAFIA

A. Isidori, *Sistemi di controllo*, Siderea, 1986.

K. Ogata, *Discrete-time control systems*, Prentice Hall, 1987.

4 160 L/N Elettronica applicata 1

Anno:periodo 2:1

Il corso parte dalla descrizione dei componenti più semplici, e ne introduce i modelli per piccoli e per grandi segnali. Si passa successivamente all'analisi e a cenni di progetto per circuiti elettronici di tipo lineare (amplificatori), basati principalmente sull'amplificatore operazionale ideale.

PROGRAMMA

Richiami di analisi nel dominio della frequenza, diagrammi di Bode.

Giunzione PN e metallo-semiconduttore.

Analisi alle variazioni, concetto di piccolo segnale.

Modelli di polarizzazione e di piccolo segnale.

Circuiti a diodi, regolatori di tensione.

Amplificatore operazionale ideale, modelli.

Circuiti base con amplificatore operazionale in linearità.

Retroazione, tipi ed effetti.

Dispositivi ad effetto di campo (JFET, MOSFET) e bipolari (BJT); struttura e caratteristiche.

Circuiti base di amplificatori con transistori.

BIBLIOGRAFIA

J. Millman, A. Grabel, *Microelectronics*, McGraw-Hill (Ed. Italiana: Boringhieri).

Appunti o dispense preparate dai docenti.

4 165 L/N Elettronica applicata 2

Anno:periodo 2:1

Questo corso tratta i circuiti elettronici non-lineari, sia di tipo analogico che digitale. Sono esaminati gli aspetti tecnologici e le varie soluzioni circuitali, analizzando alcune problematiche tipiche, a livello di componenti, circuito e sistema.

PROGRAMMA

Transistore in commutazione.

Famiglie logiche, caratteristiche.

Invertitore e porte logiche: circuiti interni, tecnologie.

Logiche programmabili, aspetti tecnologici e circuitali.

Elementi e circuiti di memoria (RAM, DRAM, ROM, EPROM, EEPROM).

Comparatori di soglia, generatori quadro-triangolo.

Conversione A/D e D/A.

Interfacciamento tra sottosistemi elettronici.

BIBLIOGRAFIA

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

Appunti o dispense preparate dai docenti.

4 520 L/N Teoria dei segnali

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

Introduzione alla teoria dei segnali.

Rappresentazione dei segnali nel dominio del tempo. Trasformazione dei segnali.

Segnali e sistemi analogici.

Definizioni preliminari. Considerazioni energetiche. Convoluzione. La disuguaglianza di Schwartz. Correlazione. La funzione Delta di Dirac. Sistemi lineari tempo-invarianti.

Serie di Fourier.

Supporto limitato: rappresentazione dei segnali mediante funzioni ortogonali. Serie di Fourier. Trasformata di Fourier. Supporto illimitato: l'integrale di Fourier. Trasfor-

mata di Fourier. Proprietà della trasformata di Fourier. Trasformata di Fourier di segnali periodici. Trasformate espresse mediante la funzione $\delta(t)$. Considerazioni energetiche. Definizioni alternative della trasformata di Fourier. Larghezza di banda di un segnale. Trasformata di Laplace.

Sistemi lineari.

Generalità sui sistemi di trasmissione. Relazione ingresso / uscita. Caratterizzazione nel dominio della frequenza. Come caratterizzare un sistema lineare. Condizioni di fisica realizzabilità. Combinazioni di sistemi lineari. Larghezza di banda di un sistema. Condizione di non distorsione. Nozioni di filtro.

Campionamento di segnali a banda limitata e trasmissione in bande larghe.

Teorema del campionamento. Sorgenti tempo-discrete. Trasmissione in banda base. Segnali e sistemi a tempo discreto. Sistemi lineari tempo invarianti. Equazioni lineari alle differenze a coefficienti costanti. Rappresentazione di sistemi nel dominio della frequenza.

Segnali a supporto illimitato: potenza media finita.

Segnali a potenza media finita in sistemi lineari. Proprietà dello spettro di potenza. Trasformazioni lineari invarianti di segnali a potenza media finita. Medie temporali. Decomposizione di un segnale.

Processi casuali.

Definizioni. Descrizione statistica di un processo. Tipi di descrizione statistica. Medie, stazionarietà, ergodicità. Spettro di potenza di un processo casuale. Processi gaussiani, rumore bianco. Trasformazioni lineari di processi casuali. Rumore bianco filtrato.

Trasmissione binaria su canale gaussiano bianco additivo.

La sorgente di trasmissione. Il trasmettitore. Il canale trasmissivo. Il ricevitore. Il sistema completo. L'operazione di campionamento. Decisione di errore. Calcolo delle probabilità di errore condizionato. Probabilità di errore totale.

BIBLIOGRAFIA. Dispense del docente.

4 530 L/N **Trasmissione numerica**

Anno:periodo 2:2

REQUISITI

Si richiede di aver seguito approfonditamente il corso di *Teoria dei segnali*.

PROGRAMMA

1. *Classificazione dei segnali.* Segnale telegrafico, telefonico ed audio hi-fi; segnale televisivo. Segnali PAM e PCM, trasmissione dati; ISDN e gerarchie di segnali multiplati.
2. *Classificazione dei collegamenti.* Collegamenti su portante fisica e su portante radio. Topologia dei collegamenti: sistemi punto-punto (ponte radio), punto-multi-punto, radiomobili e per diffusione; collegamenti via satellite artificiale.
3. *Caratterizzazione dei mezzi trasmissivi.* Richiami sul rumore gaussiano bianco, definizione di guadagno disponibile e della cifra di rumore; applicazione alla cascata di reti lineari. Misura della qualità: rapporto segnale / rumore e probabilità di errore. Linee di trasmissione: impedenza caratteristica e condizioni di adattamento.
4. *Modulazioni analogiche.* Modulazioni di ampiezza e modulazioni angolari; spettro dei segnali modulati. Segnali a banda limitata; valutazione della qualità per sistemi impieganti le modulazioni analogiche.
5. *Elementi di radiotecnica.* Antenne e propagazione; formula per l'attenuazione di tratta in spazio libero. Ricevitore supereterodina.

6. *Modulazioni digitali*. OOK, FSK, PSK, QAM. Codifica di Gray; calcolo delle probabilità di errore.
7. Sincronizzazione del *clock* e della portante per sistemi PSK e QAM; circuiti PLL.

BIBLIOGRAFIA. Dispense del docente.

4 415 L/N Reti logiche

Anno:periodo 2:2

Il corso si propone di illustrare le problematiche relative al progetto di circuiti logici e di semplici sistemi di elaborazione basati su microprocessore.

PROGRAMMA.

Il ciclo di vita di un prodotto.

Analisi e sintesi di reti combinatorie.

Analisi e sintesi di reti sequenziali sincrone.

Introduzione alle problematiche del collaudo.

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

BIBLIOGRAFIA.

F. Corno, P. Prinetto, *Reti logiche : raccolta di lucidi*, Torino, 1994.

F. Corno, P. Prinetto, *Esercizi di reti logiche*, Torino, 1994.

F. Corno, P. Prinetto, *Automazione del progetto dei sistemi digitali*, Torino, 1994.

4 455 L Strumentazione elettronica di misura

Anno:periodo 2:2

Il corso, che segue il modulo di *Misure elettroniche*, approfondisce le tecniche di misura e la strumentazione elettronica più moderna fatta di strumentazione numerica e di sistemi di misura automatici. Viene trattato inoltre il problema della misura di grandezze non elettriche eseguita mediante sensori e trasduttori.

Nella prima parte si riprende con maggiori dettagli l'argomento della interfaccia *standard* IEEE 488, e le tecniche di misura di impedenza basate su metodi a ponte, a risonanza e voltamperometrici di tipo vettoriale. Si trattano le misure di potenza in bassa e alta frequenza.

Si approfondisce l'oscilloscopio digitale e si tratta l'analizzatore di stati logici. Nella seconda parte si descrivono le caratteristiche essenziali dei sensori e trasduttori e si prendono in considerazione i principi fisici su cui si basano i principali tipi di sensori e il loro condizionamento, il problema dell'acquisizione e conversione A/D dell'informazione nelle schede di acquisizione, il filtraggio e la multiplazione dei canali.

PROGRAMMA

1. Interfaccia *standard* IEC 625/ IEEE 488: il *bus* del sistema, linee di *handshaking* e temporizzazione del trasferimento dei messaggi, linee di gestione, indirizzamenti, procedure di *polling* seriale e parallelo, funzioni di interfaccia e standardizzazione dei codici e formati dei messaggi IEEE488-2.
2. Misure di impedenza con metodi a ponte in BF e RF, metodi volt-amperometrici impedenziometro vettoriale, metodi a risonanza (Q-metro).
3. La misura della corrente DC e AC mediante resistori di *sense* e con tecniche a pinza.
4. Misure di potenza attiva in bassa frequenza e a RF con tecniche bolometriche.

5. Oscilloscopio *sampling* analogico per alte frequenze. Oscilloscopio digitale: tecniche di campionamento, modalità e tipi di sincronizzazione.
6. L'analizzatore di stati logici: generalità, applicazioni e uso. Rappresentazione nel dominio del tempo e dei dati. Modalità e tipi di sincronizzazione.
7. Sistemi di acquisizione dati: il sensore e sue caratteristiche essenziali, funzionamento dei principali tipi di sensori resistivi, capacitivi, induttivi, termocoppie e ad effetto Hall.
8. Condizionamento dei sensori, esempio di linearizzazione, scansione di più sensori. Sistemi di acquisizione, architetture e funzionalità, filtraggi dei segnali e problemi di accoppiamenti spuri. La distribuzione delle masse sulle schede di acquisizione A/D.

ESERCITAZIONI

1. L'uso dell'oscilloscopio digitale: osservazione di forme d'onda particolari.
2. Uso dell'analizzatore di stati logici nella osservazione dei dati su un sistema di misura realizzato utilizzando un alimentatore programmabile ed un frequenzimetro a contatore dotati di interfaccia IEEE 488.
3. Realizzazione di un ponte con un elemento sensibile alla potenza e misura della sensibilità dello stesso. Misure di una potenza AC.

BIBLIOGRAFIA

- L. Benetazzo, *Misure elettroniche. Strumentazione analogica*, CLEUP, Padova, 1990.
 L. Benetazzo, *Misure elettroniche. Strumentazione numerica*, CLEUP, Padova, 1990.
 E. Doebelin, *Measurement systems*, McGraw-Hill, Singapore, 1993.

4 375 L/N **Misure elettroniche**

Anno: periodo 2:2

Il corso si propone di introdurre l'allievo ai principali metodi e strumenti di misura delle grandezze elettriche. Nella prima parte sono fornite le nozioni di base della moderna scienza delle misure, trattamento delle incertezze ed errori di misura. Sono successivamente trattati i principi di funzionamento degli strumenti elettrici ed elettronici di uso più comune ed i metodi di misura delle grandezze elettriche fondamentali. Per i vari metodi considerati saranno evidenziate le diverse fonti di errore di tipo sistematico, suggerendo le tecniche per la loro riduzione ed eventuale eliminazione mediante taratura.

Alcune esercitazioni sperimentali aiuteranno l'allievo ad acquisire una certa dimestichezza con la strumentazione e con le tecniche descritte a lezione.

PROGRAMMA

Fondamenti della teoria delle misure.

Definizione di una misura e suo schema logico; sistema internazionale di unità di misura; campioni di riferimento; incertezza di una misura e cause che la determinano; trattamento dei dati sperimentali e valutazione dell'indice di qualità di una misura.

Strumenti e metodi di misura.

L'oscilloscopio a raggi catodici: principio di funzionamento e suo utilizzo come misuratore di forme d'onda nel dominio del tempo, cenni sul tubo a memoria e persistenza variabile, cenni sull'oscilloscopio campionatore e a memoria digitale.

Strumenti e metodi per la misura di tensioni, correnti continue e resistenze: lo strumento a bobina mobile e magnete permanente, l'amperometro ed il voltmetro analogici, il *tester*. Cenni sui metodi di misura a ponte.

Strumenti e metodi per la misura di tensioni, e correnti alternate: strumenti a valore medio, a valore di cresta e a valore efficace.

Voltmetri numerici: voltmetro a rampa e a doppia integrazione, principi di funzionamento, sorgenti di errore e di incertezza.

Generatori di segnali: sinusoidali per bassa frequenza, problematiche per generatori ad alta frequenza, generatori di forme d'onda cenni sui generatori sintetizzati.

Strumenti e metodi per la misura di frequenza, differenza di fase e di intervalli di tempo: il frequenzimetro a contatore misura di fase e di intervalli di tempo con tecniche di conteggio, misura di fase con oscilloscopio e fasometro analogico.

Sistemi di misura programmabili: interfaccia standard IEEE 488, prestazioni e configurazioni del sistema, analisi del bus, indirizzamenti e richieste di servizio. Esempio e descrizione di un programma di misura delle caratteristiche di un VCO.

ESERCITAZIONI

Uso dell'oscilloscopio nella misura di forme d'onda complesse: uso della base tempi principale della ritardata. Misura della funzione di trasferimento in modulo e fase di un amplificatore.

Uso di voltmetri a valore medio, a valore di cresta e a valore efficace nel caso di forme d'onda sinusoidali e non sinusoidali (impulsive, triangolari ecc.).

Misure di frequenza.

BIBLIOGRAFIA

E. Arri, S. Sartori, *Le misure delle grandezze fisiche*, Paravia, Torino, 1984.

G. Zingales, *Misure elettriche: metodi e strumenti*, UTET, Torino, 1992.

4 490 L **Tecnologie e materiali per l'elettronica**

Anno: periodo 3:1

Questo corso analizza le tecnologie utilizzate per la realizzazione di sistemi elettronici, a livello sistema (scelte di architettura e stili di progetto), e come tecnologia dei componenti, supporti, interconnessioni e *packaging*. Sono esaminati i dispositivi a semiconduttore fondamentali, con nozioni di base sulla tecnologia dei circuiti integrati.

PROGRAMMA.

Logiche programmabili, FSM.

Microcontrollori (HCII).

Stili di progetto.

Componenti passivi reali, modelli.

Tecnologia dei circuiti stampati, *packaging* e interconnessioni.

Tecnologia del *film* sottile e del *film* spesso, circuiti ibridi.

Dissipazione di potenza, modelli.

Processi di fabbricazione per dispositivi su silicio, VLSI.

Progetto e costruzione di sistemi elettronici.

Metodi per controllo qualità.

Sono previste visite in aziende e laboratori con impianti tecnologici.

BIBLIOGRAFIA

C. Naldi, G. Piccinini, *Dispositivi elettronici*, CELID, Torino.

Appunti o dispense preparate dai docenti.

4 360 L Microelettronica

Anno:periodo 3:1

Il corso completa l'analisi dei circuiti elettronici in linearità iniziata nel corso di *Elettronica applicata 1*. Viene data maggior enfasi alle soluzioni circuitali e si inizia l'analisi di circuiti non lineari e dei sistemi di conversione analogico-digitale.

PROGRAMMA.

Modelli lineari per dispositivi ad effetto di campo (JFET, MOSFET) e bipolari (BJT).
 Transistori in alta frequenza.
 Stadi amplificatori a transistorore.
 Stadio differenziale, specchi e generatori di corrente.
 Stadi di uscita, circuiti di protezione.
 Amplificatore operazionale non ideale (*offset, derive, slew rate*).
 Circuiti lineari con operazionali, filtri attivi.
 Effetti della retroazione, stabilità e compensazione.
 Alimentatori lineari e *switching*.
 Circuiti a soglia, comparatori di tensione.
 Oscillatori lineari e generatori quadro-triangolo.

BIBLIOGRAFIA

S. Franco, *Amplificatori operazionali e circuiti integrati analogici*, Hoepli.
 Appunti o dispense preparate dai docenti.

4 050 L Campi elettromagnetici

Anno:periodo 3:1

Il modulo intende fornire nozioni introduttive sui campi elettromagnetici variabili e sulle linee di trasmissione. Lo studente, al termine del modulo, dovrebbe possedere concetti elementari riguardanti la propagazione di segnali su linee di trasmissione ed in fibra ottica.

Il metodo didattico privilegia l'induzione e l'utilizzazione di esempi. Non è prevista una netta suddivisione fra lezioni ed esercitazioni, ma lo sviluppo di ogni argomento integra la trattazione con diversi esercizi, anche di calcolo. L'impegno attivo dell'allievo è sollecitato proponendo esercizi da svolgere ed effettuandone la verifica.

REQUISITI

Conoscenze di matematica: campi vettoriali, trasformata di Fourier; di fisica: elettricità, magnetismo ed elettromagnetismo, fino alle equazioni di Maxwell in forma differenziale di analisi dei circuiti in regime armonico e transitorio.

PROGRAMMA

Onde elettromagnetiche.

- equazioni di Maxwell (forma differenziale e per campi armonici),
- onde piane (equazione d'onda e propagazione),
- vettore di Poynting e considerazioni energetiche,
- riflessione e rifrazione (mezzi dielettrici, buoni conduttori e conduttori ideali).

Linee di trasmissione.

- modello della linea bifilare ed equazioni dei telegrafisti,
- analisi nel dominio del tempo (propagazione di impulsi, riflessioni, effetto della dispersione),

- analisi nel dominio della frequenza (onde stazionarie, effetto delle perdite),
- diafonia in linee multifilari (estensione dei risultati al caso di tre conduttori e simulazioni numeriche in casi più complessi),
- cavi schermati ed intrecciati,
- modelli semplificati per bassa frequenza (separazione dell'accoppiamento per effetto induttivo e capacitivo),
- cenni su guide d'onda.

Connessioni ottiche.

- guide d'onda dielettriche,
- dimensionamento di connessioni ottiche,
- sorgenti e fotorivelatori (impostazione circuitale).

ESERCITAZIONI

Simulazioni numeriche della propagazione di segnali su linee di trasmissione.

Misura della diafonia sui cavi: prove con diverse coppie di cavi; confronto con simulazioni.

BIBLIOGRAFIA

L.C. Shen, J.A. Kong, *Applied electromagnetism*, Brooks-Cole, 1983.

C.R. Paul, *Introduction to electromagnetic compatibility*, Wiley, 1992.

4 080 L **Compatibilità elettromagnetica**

Anno: periodo 3:1

Il modulo intende fornire nozioni introduttive sulle antenne ed applicazioni nel settore della compatibilità elettromagnetica.

Lo studente, al termine del corso, dovrebbe possedere concetti elementari riguardanti: la propagazione libera, il funzionamento delle antenne ed il dimensionamento degli schermi elettromagnetici, la suscettibilità di componenti e sistemi, e le tecniche di riduzione.

PROGRAMMA

Antenne.

- nozione elementare di irradiazione da una corrente,
- dipolo hertziano e sensore di campo elettrico,
- dipolo magnetico e sensore di campo magnetico,
- dipolo lungo e cenni sulle antenne ad apertura,
- parametri d'antenna (guadagno e direttività, area ed altezza efficace),
- equazione di Friis della trasmissione.

Introduzione alla compatibilità elettromagnetica.

- emissioni radiate e l'ambiente elettromagnetico,
- caratterizzazione in frequenza delle interferenze (richiami di spettro, banda, ecc.),
- cenni sulla normativa per gli apparati commerciali.

Schermi elettromagnetici.

- l'efficacia di schermatura per sorgenti in campo vicino e lontano,
- limite di bassa frequenza e schermi magnetici,
- effetti delle aperture,
- camere schermate per prove (risonanze e modi superiori; celle TEM),
- camere anecoiche,
- prove di emissione e di suscettibilità.

Compatibilità di componenti e sistemi.

- suscettibilità dei componenti (R, C, L, circuiti attivi, ferriti, conduttori e connessioni),

- emissioni dai conduttori e circuiti stampati (modelli di emissione delle correnti differenziali e di modo comune),
- tecniche di collegamento a massa,
- configurazione dei sistemi (filtri di rete, connettori, percorsi dei cablaggi, ecc.).

ESERCITAZIONI

Misura di caratteristiche di componenti reali: misura a larga banda d'impedenza o funzione di trasferimento di componenti elementari (R, L, C) e dispositivi (filtri); confronto con modelli SPICE.

BIBLIOGRAFIA

- L.C. Shen, J.A. Kong, *Applied electromagnetism*, Brooks-Cole, 1983.
C.R. Paul, *Introduction to electromagnetic compatibility*, Wiley, 1992.

4 110 L/N Costi di produzione e gestione aziendale

Anno:periodo 3:1

PROGRAMMA

Campo di analisi e metodo di studio. Il sistema economico. L'economia di mercato. *Economia delle produzioni: le imprese.* Impresa e sistema economico-sociale.

Le aree funzionali dell'impresa. L'area dell'organizzazione.

Produzione di impresa e utilizzazione dei fattori produttivi. Flussi e *stock*.

Il bilancio d'esercizio.

Costi e processi produttivi. I costi nel breve e nel lungo termine. I calcoli di convenienza economica.

Analisi del contributo delle operazioni di produzione alla redditività di impresa.

Gli investimenti industriali: tipologie e analisi finanziaria.

Formule dell'interesse e dell'attualizzazione.

Modelli di analisi e valutazione economico-finanziaria delle alternative di investimento: valore attuale netto, saggio interno di rendimento, periodo di recupero, ecc.

Rischio e costo del capitale.

4 010 L Architetture dei sistemi integrati

Anno:periodo 3:2

Il corso completa le nozioni di elettronica applicata integrandole con la descrizione e lo studio di circuiti e sottosistemi elettronici complessi. Particolare enfasi viene posta sui circuiti utilizzati sia in ambito delle telecomunicazioni che nei sistemi informatici.

PROGRAMMA.

Sistemi di conversione A/D e D/A.

Circuiti per il condizionamento di segnali.

Circuiti A/D e D/A speciali.

Circuiti a capacità commutate.

Circuiti non lineari con amplificatori operazionali (log, anti-log, diodo ideale).

Oscillatori agganciati in fase (PLL).

Tecniche di interconnessione e di interfacciamento.

Distribuzione e risincronizzazione dei segnali di *clock*.

Distribuzione della alimentazione.

BIBLIOGRAFIA.

D. Del Corso, *Elettronica per telecomunicazioni*, Levrotto e Bella.

Appunti o dispense preparate dai docenti.

4 170 L **Elettronica dei sistemi digitali**

Anno:periodo 3:2

Questo insegnamento conclude la serie di corsi di elettronica applicata. Comprende approfondimenti sui sistemi numerici, con riferimento sia alla struttura interna che al loro interfacciamento verso il mondo esterno.

PROGRAMMA.

Il corso comprende una parte sul progetto di sistemi elettronici digitali ed una parte di completamento dell'elettronica applicata.

Richiami su transistori MOS VLSI.

Registri e *latch* in forma integrata.

Circuiti dell'unità operativa (ALU, ...) in forma integrata.

Unità di controllo (ROM, PLA, FSM, ...).

Linguaggio VHDL.

Transistore fuori linearità, stadi selettivi.

Moltiplicatori analogici, modulatori e demodulatori.

Pilotaggio di carichi reattivi.

Circuiti di conversione AC/DC.

Trasduttori ed attuatori, stadi di interfaccia.

BIBLIOGRAFIA. Appunti o dispense preparate dai docenti.

4 410 L/N **Reti di telecomunicazione**

Anno:periodo 3:2

Il corso si pone l'obiettivo di presentare i concetti di base ed alcune caratteristiche progettuali e realizzative nel settore delle reti di telecomunicazioni.

PROGRAMMA

Introduzione e cenni storici.

Definizioni fondamentali: servizi, funzioni, topologie, traffico.

Trasmissione, commutazione, segnalazione, gestione.

La rete telefonica.

Le reti per dati.

Architetture di rete.

Protocolli.

Un'architettura *standard*: OSI.

Protocolli e servizi di livello 2: sottolivelli LLC e MAC.

Protocolli e servizi di livello 3.

Protocolli e servizi di livello 4.

Interconnessione di reti.

Cenni ai livelli 5, 6 e 7.

Il futuro delle reti: verso l'integrazione.

ISDN ed ATM.

Tecniche per la descrizione formale di protocolli.

Un linguaggio di specifica: SDL.

BIBLIOGRAFIA. Dispense preparate dai docenti

Corso di diploma universitario in Ingegneria informatica e automatica

(Sede di Ivrea)

Il diplomato in *Ingegneria informatica e automatica* dovrà essere qualificato per affrontare problemi dell'area tecnica relativa ai servizi e all'industria con una buona preparazione nelle discipline scientifiche di base, rivolta più agli aspetti applicativi che a quelli teorico-astratti, accompagnata da una formazione ingegneristica ad ampio spettro e da una formazione professionale nell'area dell'informatica e delle sue applicazioni.

In particolare dovrà essere qualificato per impostare, sviluppare ed attuare progetti esecutivi di sistemi di elaborazione, impianti informatici e sistemi informativi, da solo od in gruppo, secondo metodologie ben definite e consolidate. In generale dovrà essere in grado di contribuire alla realizzazione ed alla gestione di sistemi informativi con varie finalità ed in vari contesti produttivi, sia nell'ambito industriale sia in quello dei servizi.

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

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

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

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

Le previsioni occupazionali portano ad una stima di assorbimento, su base nazionale, di circa 1 500 diplomati in Ingegneria informatica all'anno.

Il naturale proseguimento degli studi, per il diplomato universitario in Ingegneria informatica e automatica che non intenda inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il corso di laurea in Ingegneria informatica.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

1:1	<i>(1. anno, 1. periodo didattico)</i>
	Corso propedeutico
	4 335 N : Matematica 1
	4 340 N : Matematica 2
	4 245 N : Fondamenti di informatica 1
	4 250 N : Fondamenti di informatica 2
	4 065 N : Chimica
<hr/>	
1:2	4 040 N : Calcolo numerico
	4 355 N : Metodi matematici per l'ingegneria
	4 215 N : Fisica
	4 460 N : Struttura della materia
	4 200 N : Elettrotecnica
	4 255 N : Fondamenti di informatica 3
<hr/>	
2:1	4 030 N : Calcolatori elettronici 1
	4 035 N : Calcolatori elettronici 2
	4 525 N : Teoria dei sistemi
	4 095 N : Controlli automatici
	4 165 N : Elettronica applicata 2
	4 160 N : Elettronica applicata 1
<hr/>	
2:2	4 520 N : Teoria dei segnali
	4 530 N : Trasmissione numerica
	4 415 N : Reti logiche
	4 450 N : Sistemi operativi
	4 375 N : Misure elettroniche
<hr/>	
3:1	4 400 N : Reti di calcolatori
	4 036 N : Calcolatori elettronici 3
	4 027 N : Basi di dati
	4 305 N : Ingegneria del software
	4 110 N : Costi di produzione e gestione aziendale
<hr/>	
3:2	4 265 N : Identificazione dei modelli e analisi dei dati
	4 420 N : Ricerca operativa
	4 410 N : Reti di telecomunicazione

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati nell'ordine con cui i corsi sono elencati nel precedente quadro riassuntivo (ordine cronologico di anno e periodo didattico). Sono riportati solo i corsi specifici del diploma in Ingegneria informatica e automatica, facendo rinvio alle p. 93-110 per quelli in comune con il diploma in Ingegneria elettronica.

4 200 N Elettrotecnica

Anno:periodo 1:2

Corso propedeutico di teoria dei circuiti a parametri concentrati. Il corso intende fornire le metodologie per l'analisi lineare (anche automatica) dei circuiti elettrici attraverso:

- a) studio di reti con elementi resistivi in regime temporale qualsiasi;
- b) studio in transitorio di reti del primo ordine.

Lo studente, al termine del corso, dovrebbe essere in grado di risolvere manualmente circuiti semplici ed affrontare circuiti più complessi con SPICE, limitatamente all'analisi di tipo a e b.

Il metodo didattico privilegia l'induzione e l'utilizzazione di esempi. Non è prevista una netta suddivisione fra lezioni ed esercitazioni, ma lo sviluppo di ogni argomento integra la trattazione con diversi esercizi, anche di calcolo. L'impegno attivo dell'allievo è sollecitato proponendo esercizi da svolgere ed effettuandone la verifica.

PROGRAMMA

Definizioni e leggi fondamentali.

Tecniche elementari di analisi applicate a circuiti senza memoria.

Tecniche per l'analisi sistematica applicate a circuiti senza memoria.

Elementi con memoria e risposta di circuiti del primo ordine.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni sperimentali ed a calcolatore: SPICE, applicazioni a circuiti resistivi con segnali qualsiasi e transistori in circuiti del primo ordine.

BIBLIOGRAFIA

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

V. Daniele, A. Liberatore, R. Graglia, S. Manetti, *Elettrotecnica*, Monduzzi, Bologna, 1994.

4 255 N Fondamenti di informatica 3

Anno:periodo 1:2

Il corso si prefigge di illustrare le metodologie avanzate di programmazione basate su strutture dati complesse. Vengono inoltre presentati gli algoritmi fondamentali per la gestione di talune strutture dati quali liste, alberi, grafi.

PROGRAMMA.

Complessità degli algoritmi: analisi e classificazione.

Alberi.

Code prioritarie.

Algoritmi di ordinamento.

Algoritmi di ordinamento su memoria di massa.

Dizionari ed algoritmi di ricerca.

Tecniche di *hashing*.

Grafi.

Metodologie di progetto di algoritmi.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni su elaboratori del tipo *personal computer*.

BIBLIOGRAFIA.

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

4 450 N Sistemi operativi

Anno:periodo 2:2

Il corso si propone di introdurre alle problematiche dei sistemi operativi, sviluppare i principi ed i metodi della programmazione concorrente e di offrire strumenti per valutare le caratteristiche dei sistemi operativi rispetto alle prestazioni richieste con particolare riferimento ai sistemi UNIX.

PROGRAMMA.

Sistema operativo come interfaccia utente e come gestore di risorse.

Gestione delle interruzioni e delle operazioni di I/O.

Definizione e struttura dei processi sequenziali e concorrenti.

Gestione del processore, della memoria, dei periferici e degli archivi.

Studio di casi: UNIX.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazioni su *personal computer*.

BIBLIOGRAFIA.

J.L. Peterson, A. Silbershatz, *Operating systems concepts*, 2nd ed., Addison-Wesley, Reading, 1985.

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

4 400 N Reti di calcolatori

Anno:periodo 3:1

Il corso si propone di introdurre alle problematiche delle reti di calcolatori e di illustrare i principali protocolli utilizzati.

PROGRAMMA.

Generalità sulla trasmissione dati.

Classificazione delle reti di calcolatori e nomenclatura.

Modello di riferimento ISO OSI.

Illustrazione di alcuni dei protocolli più significativi delle ISO OSI, DoD ed ISDN.

ESERCITAZIONI.

Realizzazione di semplici programmi applicativi che facciano uso di protocolli di rete.

BIBLIOGRAFIA.

Andrew S. Tannenbaum, *Reti di computer*, Tecniche Nuove.

oppure: Andrew S. Tanenbaum, *Computer networks*, 2nd ed., Prentice Hall.

4 036 N **Calcolatori elettronici 3**

Anno:periodo 3:1

Il corso presenta una panoramica dei periferici della famiglia Intel e delle tecniche per la realizzazione dei *driver* utilizzati su una architettura a microprocessore.

PROGRAMMA

Architettura di un sistema a microprocessore: CPU, memoria, *bus* di comunicazione e dispositivi periferici.

Il dispositivo periferico di interfaccia parallelo: 8255.

Il dispositivo periferico per il conteggio: 8253.

Il dispositivo periferico di gestione delle interruzioni: 8259. Le comunicazioni seriali sincrone ed asincrone.

Lo standard EIA RS 232.

Il dispositivo periferico di comunicazione seriale: 8251.

LABORATORIO

Il corso avrà un carattere eminentemente sperimentale. Gli studenti potranno utilizzare un sistema didattico connesso a PC per la programmazione delle periferiche presentate a lezione.

BIBLIOGRAFIA

Yu-Cheng Liu, Glenn A. Gibson, *Microcomputer systems : the 8086/8088 family*, Prentice-Hall, 1986.

Dispense del corso.

4 027 N **Basi di dati**

Anno:periodo 3:1

Il corso si prefigge l'obiettivo di introdurre i concetti fondamentali della gestione delle basi di dati. Particolare attenzione viene dedicata al linguaggio SQL e alle architetture *client-server*. Vengono inoltre introdotti i principi di progetto delle basi di dati fondati sul modello entità-relazione.

PROGRAMMA

Introduzione alle basi di dati.

Architettura di una base dati.

Il linguaggio SQL.

Progetto di una base dati: modelli.

La base dati SQLWin (Gupta).

ESERCITAZIONI

Gli studenti divisi in gruppi svolgeranno dei progetti sugli argomenti trattati nel corso.

4 305 N Ingegneria del software

Anno:periodo 3:1

Il corso si prefigge di fornire le principali nozioni di *Ingegneria del software*, illustrando anche le tecniche e gli strumenti principali emersi nella recente disciplina del CASE (*computer aided software engineering*).

PROGRAMMA

Introduzione. Ciclo di vita del *software*.

Analisi strutturata: *dataflow*.

Specifica dei dati: *entity-relationship*.

Progetto strutturato: *structure chart*.

Analisi e progetto dei sistemi *real-time*.

Programmazione ad oggetti.

Analisi e progetto ad oggetti.

Sviluppo operativo del *software*.

Prototyping e generazione del codice.

Metodi per il *testing* del *software*.

Controllo qualità del *software*.

Panoramica sul CASE.

Panoramica sugli ambienti di sviluppo del *software* (IPSE).

Standard per l'ingegneria del *software*.

ESERCITAZIONI

Gli studenti divisi in gruppi svolgeranno dei progetti sugli argomenti trattati nel corso.

4 265 N Identificazione dei modelli e analisi dei dati

Anno:periodo 3:2

Scopo: fornire le conoscenze relative all'identificazione ed alla simulazione dei sistemi dinamici.

PROGRAMMA

Il problema della stima parametrica e della stima dello stato.

Stima dei minimi quadrati.

Stima di massima verosimiglianza e stima bayesiana.

Il filtro di Kalman.

Il controllo adattativo.

Simulazione di sistemi dinamici.

Simulatori analogici e numerici.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni di laboratorio con l'uso di pacchi *software* specifici per lo studio di sistemi e per il controllo (MATLAB). Identificazione di sistemi dinamici da misure simulate e da misure reali. Simulazione di sistemi fisici.

4 420 N Ricerca operativa

Anno:periodo 3:2

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

PROGRAMMA

Programmazione lineare.

Formulazione del problema. Metodo del simplesso. Teoria della dualità.

Programmazione combinatoria: problemi polinomiali.

Matroidi e algoritmo Greedy. Intersezione di matroidi.

Programmazione combinatoria: problemi NP-difficili.

Algoritmi di enumerazione implicita. Algoritmi poliedrali.

Programmazione non lineare.

Condizioni di ottimalità e algoritmi per problemi non vincolati e vincolati.

ESERCITAZIONI

Programmazione lineare.

Programmazione combinatoria.

Programmazione non lineare.

BIBLIOGRAFIA

F. Maffioli, *Elementi di programmazione matematica. Vol. 1 e 2*, Masson, 1991.

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

Corso di diploma universitario in **Ingegneria delle infrastrutture** (Sede di Torino)

Il diploma universitario in *Ingegneria delle infrastrutture* si propone di formare una figura professionale che si colloca, nel settore civile, fra quella del laureato in Ingegneria civile, che ha competenze di base e specifiche nelle attività di progettazione delle grandi opere del settore suddetto e di gestione dei complessi sistemi urbani e territoriali, e quella del tecnico diplomato di scuola media superiore (il geometra, il perito edile, il perito agrario, ...) cui sono riconosciute vaste competenze di tipo tecnico-gestionale operativo e realizzativo. Pertanto il corso ha il compito di fornire una preparazione ingegneristica a livello universitario, con competenze tecnico professionali ad ampio spettro.

In particolare al diplomato universitario verranno riconosciute, con riferimento al livello formativo acquisito negli specifici corsi seguiti, le seguenti competenze:

- direzione cantiere e "capo cantiere";
- supporto alla direzione lavori, ove questa sia rappresentata da un ingegnere laureato;
- supporto al progettista nella fase progettuale, progettazione di dettagli esecutivi;
- valutazione di offerte, computi metrici esaminativi, misura e contabilità dei lavori;
- controllo di qualità, prove di accettazione dei materiali strutturali ed edilizi, supporto al collaudo delle strutture e infrastrutture civili;
- responsabilità tecnica nella sicurezza di impianti, nei sistemi di energia, nel controllo ambientale e nella tutela del territorio;
- operazioni di rilevamento e di analisi dei dati territoriali, con particolari competenze sui rilievi topografici, catastali, fotogrammetrici e nelle tecniche di telerilevamento;
- mansioni tecniche di alto livello per la gestione di impianti di servizi urbani e territoriali;
- attività tecnico-commerciali inerenti a materiali, prodotti, macchinari, sistemi ed assistenza tecnica pertinenti al settore dell'ingegneria civile.

Il quadro didattico prevede trenta moduli didattici egualmente distribuiti su sei periodi didattici, di cui nei primi quattro si collocano materie obbligatorie sul piano nazionale. Nel secondo periodo didattico del terzo anno sono invece previsti solo quattro moduli didattici, per consentire agli allievi di partecipare a visite guidate o a brevi *stages* presso organizzazioni di produzione e di gestione.

È prevista l'articolazione in tre orientamenti, che differenziano il quadro didattico degli insegnamenti limitatamente a parte del terzo anno, garantendo così un'omogenea preparazione di base, polivalente, per tutti i diplomati.

Orientamento *Costruzioni e cantieri*

Prefigura la formazione di un tecnico con adeguata preparazione specifica nell'ambito delle fasi esecutive delle opere di ingegneria civile, secondo gli *standard* di qualità fissati da normative nazionali e internazionali. In particolare vengono approfonditi i temi specifici inerenti la realizzazione di opere civili, la conduzione di cantieri ed infrastrutture civili in genere (tecniche costruttive, impianti, contabilità dei lavori).

Orientamento *Rilevamento*

Prefigura la formazione di un professionista nel campo del rilievo geo-topografico e ambientale, settore che ha costituito da sempre oggetto di intensa attività da parte dei geometri diplomati e che oggi richiede maggiori competenze specifiche, a livello universitario. Esistono precise equivalenze europee: *géomètre expert* (Francia), *chartered surveyor* (Gran Bretagna), *Vermessungingenieur* (Germania) ecc., con riferimento tecnico-scientifico internazionale nella *Fédération Internationale des Géomètres* (FIG).

Orientamento *Vie e trasporti*

È volto alla preparazione di tecnici con competenze specifiche nel campo della realizzazione di progetti stradali e ferroviari e nella conduzione e organizzazione dei sistemi di trasporto. Approfondisce le tematiche relative alla sicurezza negli impianti e nei cantieri e lo studio delle tecniche del traffico e della circolazione.

Nell'a.a. 1995/96 verranno attivati i due orientamenti di *Costruzioni e cantieri* e di *Vie e trasporti*.

Il naturale proseguimento degli studi, per il diplomato universitario in Ingegneria delle infrastrutture che non intenda inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il corso di laurea in Ingegneria civile.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

Corsi comuni ai diversi orientamenti

1:1	(1. anno, 1. periodo didattico)	
	0 310 D :	Istituzioni di matematiche 1
	0 315 D :	Istituzioni di matematiche 2
	0 240 D :	Fondamenti di informatica
	0 065 D :	Chimica
	0 208 D :	Estimo generale
<hr/>		
1:2	0 220 D :	Fisica 1
	0 225 D :	Fisica 2
	0 465 D :	Tecnologia dei materiali e chimica applicata
	0 320 D :	Istituzioni di matematiche 3
	0 392 D :	Probabilità e statistica
<hr/>		
2:1	0 117 D :	Disegno
	0 464 D :	Tecniche della rappresentazione
	0 238 D :	Fondamenti di idraulica
	0 256 D :	Fondamenti di scienza delle costruzioni
	0 462 D :	Tecnica ed economia dei trasporti
	0 150 D :	Elementi di meccanica teorica applicata
		(Orient. <i>Costruzione e cantieri</i>)
		(Orient. <i>Rilevamento e Vie e trasporti</i>)
<hr/>		
2:2	0 528 D :	Topografia generale
	0 257 D :	Fondamenti di tecnica delle costruzioni
	0 001 D :	Acquedotti e fognature
	0 298 D :	Infrastrutture viarie
	0 463 D :	Tecniche costruttive delle opere di trattamento delle acque
<hr/>		
3:1	0 332 D :	Macchine e sistemi energetici
	0 206 D :	Elettrotecnica e impianti elettrici

Orientamento Costruzioni e cantieri

- 3:1 0 259 D : Geotecnica
 0 276 D : Impianti e cantieri viari, sicurezza del lavoro
 0 529 D : Topografia 2
 0 093 D : Contabilità dei lavori
-
- 3:2 0 297 D : Infrastrutture idrauliche
 0 113 D : Costruzioni di acciaio
 0 114 D : Costruzioni di calcestruzzo
 0 148 D : Elementi di architettura tecnica
-

Orientamento Rilevamento

- 3:1 0 258 D : Geologia applicata
 0 147 D : Elementi di analisi e valutazione ambientale
 0 529 D : Topografia 2
 0 532 D : Trattamento delle osservazioni
-
- 3:2 0 237 D : Fondamenti di fotogrammetria
 0 422 D : Rilevamento geofisico
 0 063 D : Cartografia numerica e catasto
 0 511 D : Telerilevamento ambientale
-

Orientamento Vie e trasporti

- 3:1 0 259 D : Geotecnica
 0 276 D : Impianti e cantieri viari, sicurezza del lavoro
 0 112 D : Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
 0 461 D : Tecnica delle costruzioni 2
-
- 3:2 0 237 D : Fondamenti di fotogrammetria
 0 428 D : Sistemazioni idrauliche
 0 437 D : Sistemi di trasporto
 0 526 D : Teoria e tecnica della circolazione
-

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati nell'ordine con cui i corsi sono elencati nel precedente quadro riassuntivo (ordine cronologico di anno e periodo didattico).

0 310 D Istituzioni di matematiche 1

Anno:periodo 1:1

Il corso è composto da due parti. Gli scopi della prima parte sono:

- omogeneizzare il linguaggio matematico di base;
- ripassare le nozioni fondamentali di algebra e di geometria analitica;
- introdurre il concetto di funzione e i grafici delle funzioni elementari;
- sviluppare la capacità di tracciare i grafici delle funzioni elementari, sottoponendoli alle trasformazioni del piano (traslazioni, simmetrie, dilatazioni,...);
- sviluppare la capacità di risolvere algebricamente e di interpretare geometricamente equazioni, disequazioni e sistemi.

Dopo una premessa sui numeri complessi, la seconda parte del corso mira a presentare allo studente le tecniche di base dell'algebra lineare, portandolo a operare sulle matrici, risolvere e discutere i sistemi lineari, calcolare autovalori e autovettori.

PROGRAMMA

Nozioni fondamentali su insiemi, operazioni su insiemi, insiemi numerici.

Piano cartesiano. Richiami di geometria analitica: equazioni di rette e di coniche in riferimento canonico.

Il concetto di funzione. Funzioni polinomiali, valore assoluto e funzioni razionali.

Trasformazioni del piano e grafici di funzioni.

Equazioni e disequazioni polinomiali, razionali, con il valore assoluto.

Funzioni radice.

Funzioni esponenziali e logaritmiche.

Richiami di trigonometria; funzioni trigonometriche.

Applicazione alla soluzione di equazioni e di disequazioni algebriche e trascendenti.

Numeri complessi. Polinomi in campo complesso.

Algebra lineare: matrici e operazioni sulle matrici. Determinanti. Sistemi lineari.

Autovalori e autovettori di una matrice quadrata.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali ed esercitazioni al calcolatore sulla grafica di funzioni.

0 315 D Istituzioni di matematiche 2

Anno:periodo 1:1

L'obiettivo del corso è quello di presentare i concetti di base del calcolo differenziale e integrale per le funzioni di una variabile per mettere in grado lo studente di utilizzare limiti, derivate, integrali, sviluppi di Taylor ed equazioni differenziali in problemi di carattere matematico e di carattere applicativo.

PROGRAMMA

Proprietà fondamentali dei numeri reali.

Funzioni composte e funzioni inverse.

Limiti e continuità.

Derivazione; proprietà e calcolo delle derivate.

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

Infiniti e infinitesimi. Sviluppi di Taylor.

Applicazione delle nozioni apprese allo studio del grafico di una funzione e alla soluzione di equazioni.

Integrale definito; integrale indefinito e primitive. Metodi di integrazione.

Equazioni differenziali: alcuni tipi di equazioni del primo ordine.

Equazioni differenziali del secondo ordine a coefficienti costanti.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali e esercitazioni al calcolatore sulla grafica di funzioni e sulla soluzione approssimata di equazioni algebriche e trascendenti e di equazioni differenziali.

0 240 D Fondamenti di informatica

Anno:periodo 1:1

Il corso si propone di presentare i concetti base dell'informatica e dei sistemi di elaborazione, nei vari aspetti *hardware*, *software* ed applicativo, con particolare riguardo agli strumenti e alle applicazioni per il settore civile. Particolare attenzione è data al momento sperimentale su elaboratore al fine di fornire agli allievi un buon livello di manualità informatica, specie nell'uso di programmi di produttività individuale.

PROGRAMMA

1. Rappresentazione e codifica dell'informazione negli elaboratori.
2. Architettura degli elaboratori: le macro-componenti *hardware*: CPU, memoria, periferici, etc.; le macro-componenti *software*: sistemi operativi, DBMS, linguaggi, etc.
3. Cenni di algebra di Boole.
4. Cenni di programmazione con linguaggi evoluti.
5. Cenni di reti di calcolatori.
6. Cenni di basi di dati.
7. Strumenti di produttività: *word processor*, fogli elettronici, *project management*.
8. Strumenti automatici di rappresentazione geometrica.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni al calcolatore sui vari argomenti trattati.

0 065 D Chimica

Anno:periodo 1:1

Il corso si propone di fornire le basi teoriche e gli esempi applicativi necessari per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici, con particolare riferimento a reazioni e materiali di interesse ingegneristico.

PROGRAMMA

Chimica generale.

Teoria atomica e struttura dell'atomo. Configurazione elettronica. Sistema periodico degli elementi.

Legame chimico e formazione di composti.

Sistemi chimico-fisici e stati di aggregazione della materia.

Stato gassoso: leggi dei gas; gas ideali e reali. Stato solido: reticolo cristallino e cella elementare; soluzioni solide. Stato liquido: tensione di vapore, crioscopia ed ebullioscopia.

Effetto termico delle reazioni. Velocità di reazione. Equilibri omogenei ed eterogenei. Legge dell'azione di massa e regola delle fasi.

Soluzioni di elettroliti. pH. Idrolisi.

Prodotto di solubilità.

Elettrochimica; potenziali di ossido-riduzione; fenomeni di corrosione.

Chimica inorganica.

Reattività di metalli e non-metalli ed esempi di reazioni di interesse ingegneristico.

BIBLIOGRAFIA

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

0 208 D Estimo generale

Anno:periodo 1:1

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti necessari per la valutazione estimativa dei beni territoriali con riferimento alla loro produzione e utilizzazione.

PROGRAMMA

1. *Elementi di metodologia e pratica estimativa in ambito civile, industriale e territoriale.*

Definizioni e funzioni della metodologia estimativa. Fonti giuridiche, economiche e tecniche dell'estimo. Evoluzione della dottrina e della pratica estimativa.

Lineamenti di logica estimativa e principi dell'estimo. Criteri e procedimenti dell'estimo.

Nozioni di matematica finanziaria e di statistica.

Stime crono-merceologiche e stime funzionali dei costi di costruzione. Valutazioni dei costi nel ciclo di vita.

Stime del valore di mercato attraverso i procedimenti della capitalizzazione dei redditi, del valore di trasformazione e del valore di riproduzione.

Lineamenti di estimo industriale e tecniche di analisi finanziaria degli investimenti.

Specifiche problematiche riguardanti l'utilizzo pubblico e privato del territorio.

2. *Elementi di esercizio professionale nell'ambito dell'ingegneria delle infrastrutture con riferimento al quadro europeo.*

Analisi strutturale e funzionale del mercato delle costruzioni. Ruoli e responsabilità dei diversi attori del processo edilizio.

La promozione della qualità in ambito comunitario.

Tipi e modi di appalto dei lavori pubblici in ambito europeo.

Principi e basi della perequazione fondiaria in relazione all'ordinamento fiscale sulla casa.

Stime di espropriazione per pubblica utilità, danni e diritti reali.

La consulenza tecnica d'ufficio e l'arbitrato.

ESERCITAZIONI

Valutazione dei costi di intervento. Perizie di stima. Studi di fattibilità tecnico-economica.

BIBLIOGRAFIA

A. Caruso, *Evoluzione della dottrina e della pratica estimativa nella cultura e nella scuola politecnica piemontese a partire dalla seconda metà del XVIII secolo sino ai primi decenni del XX secolo*. (Quaderni del Dip. di Ingegneria dei sistemi edilizi e territoriali ; n. 13), Politecnico di Torino, Torino, 1991.

A. Caruso, *Giudizi di valore nell'esercizio professionale dell'architetto e dell'ingegnere edile*, Cittastudi, Milano, 1993.

M. Grillenzoni, G. Grittani, *Estimo : teoria, procedure di valutazione e casi applicativi*, Edagricole, Bologna, 1990.

C. Mathurin, *Il contesto europeo del costruire*, Quasco, Bologna, 1989.

0 220 D Fisica 1

Anno:periodo 1:2

Obiettivi: fornire agli studenti i principi fisici della meccanica e delle leggi di conservazione; approfondire le proprietà meccaniche dei solidi e dei liquidi con particolare attenzione ai nuovi materiali studiare i principi della termodinamica classica e le loro applicazioni.

PROGRAMMA

Concetto di misura di grandezze fisiche e analisi dell'errore.

Principi fisici della meccanica dei corpi puntiformi: conservazione dell'energia meccanica, della quantità di moto e del momento angolare.

Classificazione delle forze: forze elastiche, gravitazionali, elettriche e magnetiche, e concetto di campo di forza; forze di attrito.

Proprietà meccaniche dei solidi e dei liquidi. Statica e dinamica dei solidi e dei liquidi.

Termodinamica: temperatura e calore; generazione, trasporto e dissipazione del calore; primo e secondo principio, con applicazione ai gas perfetti.

BIBLIOGRAFIA

D. Halliday, R. Resnick, *Fondamenti di fisica*, 2. ed., Ambrosiana, Milano, 1984.

0 225 D Fisica 2

Anno:periodo 1:2

Obiettivi: studiare le oscillazioni meccaniche ed elettriche, fornire le leggi della propagazione delle onde longitudinali e trasversali applicate rispettivamente alle onde acustiche e luminose; fornire le conoscenze di base dell'ottica geometrica e la loro applicazione agli strumenti ottici.

PROGRAMMA

Oscillazioni meccaniche: oscillatore armonico semplice, smorzato, forzato e risonanza. Moto ondulatorio; onde acustiche.

Campi elettromagnetici dipendenti dal tempo e onde elettromagnetiche.

Ottica geometrica e strumenti ottici.

Fenomeni di ottica ondulatoria e interferometri.

Propagazione di onde elettromagnetiche in mezzi anisotropi: fenomeni di polarizzazione della luce.

0 465 D **Tecnologia dei materiali e chimica applicata**

Anno:periodo 1:2

Il corso ha lo scopo di fornire conoscenze di base relative alle caratteristiche tecnologiche e di impiego dei materiali alla cui utilizzazione è condizionata ogni costruzione nel campo della ingegneria civile. Sono inoltre trattati i problemi che si riferiscono alle prestazioni in opera dei materiali.

PROGRAMMA

Acque potabili e industriali. Trattamento delle acque di rifiuto.

Generalità sui combustibili e calcoli sulla combustione.

Laterizi: classificazione e saggi tecnici.

Materiali ceramici e vetroceramiche. Piastrelle per l'edilizia.

Leganti aerei: classificazione e normativa di legge.

Leganti idraulici: cemento Portland, pozzolanico, di altoforno, alluminoso. Cementi per sbarramenti di ritenuta. Cementi resistenti ai solfati.

Prescrizioni ufficiali e saggi tecnici.

Il calcestruzzo: rapporto A/C, lavorabilità, additivi. Reazione alcali-aggregato.

Calcestruzzi leggeri, porosi e cellulari. Normativa di legge. Leghe ferrose: ghise e acciai. Trattamenti termici degli acciai. Ferri per calcestruzzi armati. Funi e trefoli di acciaio. Acciai strutturali. Corrosione dei materiali ferrosi e loro protezione.

Leghe di alluminio e di rame.

Materie plastiche: classificazione e utilizzazione nell'edilizia.

Vernici e pitture.

BIBLIOGRAFIA

M. Lucco Borlera, C. Brisi, *Tecnologia dei materiali e chimica applicata*, Levrotto & Bella, 1993.

0 320 D **Istituzioni di matematiche 3**

Anno:periodo 1:2

L'obiettivo del corso è quello di presentare i concetti di base della geometria dello spazio e della rappresentazione analitica di superfici e di curve. Vengono poi introdotti i fondamenti di calcolo differenziale per funzioni di più variabili e di integrazione multipla e su curve e superfici, con particolare attenzione alle applicazioni alla geometria delle masse.

PROGRAMMA

Geometria dello spazio. Coordinate cartesiane nello spazio. Vettori nello spazio.

Prodotto scalare, vettoriale e misto.

Cambiamenti di coordinate nello spazio.

Rappresentazione di piani e rette nello spazio.

Rappresentazione di superfici nello spazio (coni, cilindri, quadriche) e di curve.

Funzioni di più variabili a valori reali. Derivate parziali, gradiente, differenziale.

Integrazione multipla con applicazione alla geometria delle masse (volumi, baricentri, momenti d'inerzia).

Integrazione su curve e superfici. Teoremi di Green, Gauss e Stokes.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali con particolare attenzione a problemi applicativi.

0 392 D Probabilità e statistica

Anno:periodo 1:2

L'obiettivo del corso è quello di introdurre alle idee di base del calcolo delle probabilità e della statistica, con particolare attenzione alle applicazioni direttamente connesse con i corsi seguenti e le necessita professionali del diplomato.

PROGRAMMA

Introduzione al calcolo statistico e presentazione di un pacchetto *software*.

Elementi di calcolo delle probabilità: definizioni e regole di calcolo. Formula di Bayes.

Cenni sulle principali distribuzioni teoriche (a variabile discreta e continua).

Statistica descrittiva: distribuzioni sperimentali, indici di distribuzione, di posizione e di dispersione.

Teoria della stima: distribuzioni campionarie, stima, test statistici, intervalli di fiducia.

Cenni di analisi della varianza e regressione lineare.

Selezione di applicazioni a: controllo di qualità, affidabilità, pianificazione degli esperimenti, analisi delle serie storiche, indagini campionarie.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali e utilizzo di un pacchetto applicativo statistico.

0 117 D Disegno

Anno:periodo 2:1

Obiettivi del corso: impostare a livello metodologico i fondamenti scientifici della rappresentazione come base del linguaggio grafico; costruire l'insieme di relazioni tra codificazioni grafiche simboliche specifiche del disegno progettuale relativo all'ambito disciplinare.

PROGRAMMA

Richiami di geometria descrittiva e proiettiva.

Proiezioni ortogonali.

Proiezioni anometriche.

Proiezioni prospettiche.

Codificazioni pratiche e simbologie unificate nei disegni d'insieme e di particolari costruttivi nel disegno progettuale.

Cartografia di base e cartografie tematiche nella rappresentazione del territorio e delle città.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni pratiche con applicazione delle singole tematiche a diverse realtà dell'ambito disciplinare specifico.

0 464 D **Tecniche della rappresentazione**

Anno:periodo 2:1

Obiettivi del corso: riuscire a coordinare le diverse espressioni tecniche della rappresentazione come derivanti dal linguaggio di base del disegno, impostando a livello metodologico una rassegna critica nelle differenti modalità di produzione delle elaborazioni con particolare riguardo all'ausilio di strumentazioni e tecniche informatiche, sia in ambito di progetto che di rilievo.

PROGRAMMA

Rassegna critico-analitica di alcuni tipi di rappresentazioni grafiche (e/o altre) per il progetto per il rilievo: relazioni tra metodi e contenuti tra elaborazioni e strumentazioni. Analisi comparata tra alcune architetture di sistema e capacità di elaborazione "automatica" come ausilio all'operatore tecnico: storia, prospettive, tendenze attuali. Sistemi informativi territoriali ed edilizi: problemi di scala, di programmi e strumentazioni informatici.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni pratiche legate ai singoli argomenti o alle tematiche della trattazione teorica, come parte applicativa al corso e verifica costante della formazione acquisita.

0 238 D **Fondamenti di idraulica**

Anno:periodo 2:1

Il corso si propone di fornire gli elementi necessari al proporzionamento dei recipienti delle condotte e dei canali destinati a contenere e convogliare liquidi. Partendo da una impostazione teorica, si perviene alle applicazioni pratiche, con particolare riguardo a quelle specifiche dell'ingegneria civile.

PROGRAMMA

Idrostatica.

Pressione. Equazioni locali di equilibrio. Statica dei fluidi pesanti incompressibili.

Carico piezometrico. Piezometri, manometri metallici e a mercurio, semplici e differenziali. Spinta su superfici piane e curve.

Idrodinamica dei fluidi perfetti e reali.

Equazioni dei liquidi perfetti. Teorema di Bernoulli. Applicazioni ad alcuni processi di efflusso. Moto laminare. Moto turbolento. Tubi lisci, tubi scabri. Formule pratiche del moto uniforme turbolento. Resistenze localizzate. Perdite di carico per brusche variazioni di direzione e sezione. Lunghie condotte e reti di condotte. Problemi idraulicamente indeterminati e criteri di economia.

Moto vario nelle condotte in pressione.

Colpo d'ariete nelle condotte adduttrici.

Filtrazione.

Legge di Darcy-Ritter e generalizzazione. Moto permanente in falde artesiane e freatiche.

Correnti a superficie libera. Le trasformazioni di energia nel caso di un canale aperto. Il moto permanente nei canali scoperti. Moto uniforme. Moto permanente in alvei prismatici. Profili di rigurgito.

Cenni ai problemi fondamentali del moto vario nei canali scoperti. Le misure di portata.

0 256 D Fondamenti di scienza delle costruzioni

Anno: periodo 2:1

Il corso intende illustrare gli aspetti di base del comportamento strutturale. Vengono trattati i fondamenti della statica, della teoria dell'elasticità, della teoria delle travi inflesse e della resistenza dei materiali.

Le lezioni si articolano nella trattazione teorica degli argomenti del programma e nello sviluppo di esempi applicativi.

PROGRAMMA

Richiami di statica e geometria delle aree.

Caratteristiche della sollecitazione in strutture isostatiche.

Cenni di teoria dell'elasticità e problema di Saint Venant.

Sollecitazioni semplici: sforzo normale, flessione, taglio, torsione.

Verifica della sicurezza.

Deformazione di travi inflesse.

Cenni sull'instabilità elastica.

Calcolo di strutture iperstatiche.

BIBLIOGRAFIA

F. Levi, P. Marro, *Scienza delle costruzioni*, Levrotto & Bella, Torino.

M. Bertero, S. Grasso, *Esercizi di scienza delle costruzioni*, Levrotto & Bella, Torino.

0 462 D Tecnica ed economia dei trasporti

Anno: periodo 2:1

PROGRAMMA

Basi storiche dell'attuale assetto dei trasporti in Italia e nei paesi industrializzati.

Rilevanza economica del comparto e sua organizzazione.

Elementi di economia dei trasporti:

- il mercato dei trasporti, caratteristiche della domanda e dell'offerta;
- i costi di produzione;
- le tariffe;
- la protezione dell'offerta, le sovvenzioni alle imprese, la politica fiscale;
- organizzazione ed economia delle imprese di trasporto.

Elementi di tecnica dei trasporti:

- caratteristiche e prestazioni dei veicoli terrestri;
- fasi caratteristiche del moto;
- caratteristiche e prestazioni delle infrastrutture stradali e ferroviarie;
- capacità e potenzialità di trasporto.

Valutazione degli investimenti e dei progetti:

- l'analisi finanziaria;
- l'analisi economica;
- l'analisi costo / efficacia o costo / efficienza.

0 150 D **Elementi di meccanica teorica e applicata**

Anno:periodo 2:1

Viene sviluppata la meccanica dei corpi estesi, variamente vincolati tra loro a formare un sistema meccanico. Gli esercizi svolti o richiesti sono occasione per presentare alcuni tipi comuni di meccanismi.

PROGRAMMA

Cinematica. Componenti rigidi, flessibili, liquidi delle macchine. Accoppiamenti cinematici e di forza. Coppia rotoidale, prismatica, elicoidale; cuscinetti radenti, volventi. Trasmissione e conversione del moto.

Dinamica. Equazioni cardinali della dinamica. Sistemi di forze equivalenti. Attrito radente e volvente. Freni, frizioni. Resistenze al moto dei veicoli. Ancoraggio macchine. Teorema dell'energia cinetica: trasmissioni di potenza, rendimento. Vibrazioni libere e forzate, tipi comuni di forzanti, isolamento macchine.

0 528 D **Topografia generale**

Anno:periodo 2:2

Il corso è orientato a fornire le conoscenze di base sulla scienza del rilevamento in generale ed i necessari mezzi per l'interpretazione e il corretto uso della cartografia ufficiale italiana.

PROGRAMMA

Elementi di geodesia. Campo della gravità terrestre. Superfici di riferimento: geoide, ellissoide. Teoremi della geodesia operativa. Campo geodetico e topografico.

Cartografia. Tipi di rappresentazioni. La cartografia ufficiale italiana (IGMI, UTM, catastale, tecnica). Deformazioni delle carte con particolare riferimento alla cartografia italiana.

Teoria delle misure. Richiami di statistica e calcolo delle probabilità. Misure dirette e indirette.

Operazioni topografiche. Misura di angoli azimutali e zenitali. Misura delle distanze con EDM. Misura diretta e indiretta dei dislivelli. Cenni su misure satellitari GPS.

Metodi di rilievo topografici. Rilievo di dettaglio: celerimensura. Rilievo di inquadramento: intersezioni, poligonali. Generalità su reti trigonometriche e di livellazione.

ESERCITAZIONI

Operazioni sulla carta di Gauss. Calcolo poligonali, intersezioni, reti di livellazione. Misure angolari con strumenti ottico-meccanici, misure di distanza e dislivello.

BIBLIOGRAFIA

G. Inghilleri, *Topografia generale*, Torino, UTET, 1974.

Bezoari, Monti, Selvini, *Topografia e cartografia*, Milano, CLUP.

0 257 D **Fondamenti di tecnica delle costruzioni**

Anno:periodo 2:2

Il corso intende esaminare i temi connessi alla realizzazione di strutture di calcestruzzo armato e di acciaio. Vengono trattati i fondamenti della teoria delle strutture applicati a elementi strutturali semplici, con riferimento alla normativa vigente e in applicazione del metodo delle tensioni ammissibili.

Le lezioni si articolano nella trattazione teorica degli argomenti del programma e nello sviluppo di esempi applicativi.

PROGRAMMA

Azioni sulle strutture.

Materiali e loro caratteristiche.

Elementi strutturali di acciaio.

Elementi strutturali di calcestruzzo armato ordinario.

Disposizioni costruttive.

Cenni sul cemento armato precompresso.

BIBLIOGRAFIA

G. Oberti, L. Goffi, *Tecnica delle costruzioni*, Levrotto & Bella.

0 001 D **Acquedotti e fognature**

Anno:periodo 2:2

Il corso comprende le conoscenze indispensabili per la realizzazione e gestione degli impianti nel settore degli acquedotti e delle fognature.

PROGRAMMA

Acquedotti.

Fonti di approvvigionamento: acque sotterranee e superficiali.

Requisiti di potabilità delle acque: normativa vigente. Opere di captazione: da sorgenti, da pozzi, da corsi d'acqua.

Opere di regolazione e di riserva.

Condotte di adduzione a gravità ed in pompaggio.

Reti idriche di distribuzione.

Impianti idrici interni agli edifici.

Fognature.

Sistemi di fognatura: tipi di spechi.

Canalizzazioni per acque reflue e per acque pluviali.

Manufatti accessori.

Modalità costruttive delle strutture fognarie.

0 298 D **Infrastrutture viarie**

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

La strada ordinaria.

Considerazioni generali. Elementi di traffico. I gradi e gli aspetti della progettazione stradale.

La progettazione geometrica delle strade.

Considerazioni di base sulle caratteristiche delle terre e dei materiali che costituiscono il corpo stradale.

Le prove di laboratorio.

La spinta delle terre.

Tipologia delle opere di sostegno.

ESERCITAZIONI

Progetto di una strada. Calcolo di un'opera di contenimento delle terre.

0 463 D **Tecniche costruttive delle opere di trattamento delle acque**

Anno:periodo 2:2

Il corso comprende gli elementi conoscitivi necessari per la realizzazione e gestione degli impianti di trattamento delle acque utilizzate per usi civili.

PROGRAMMA

Corpi idrici, caratteristiche fisico-chimiche delle acque naturali.

Struttura e funzionamento degli impianti di potabilizzazione delle acque per uso civile.

Acque reflue civili. Scarichi a mare, in corsi ad acque fluenti, in laghi.

Parametri biologici e fisico-chimici dell'inquinamento.

Processi di auto-depurazione delle acque superficiali e sotterranee.

Tecnica della depurazione delle acque reflue. Trattamenti meccanici, biologici e fisico-chimici.

Tecnica di trattamento dei rifiuti solidi.

0 332 D **Macchine e sistemi energetici**

Anno:periodo 3:1

Scopo del corso è fornire agli allievi gli elementi fondamentali relativi ai principi di funzionamento ed alle prestazioni dei sistemi energetici, con particolare riferimento alle macchine con cui gli allievi diplomati verranno in contatto nella loro futura professione.

PROGRAMMA

Generalità sui sistemi energetici.

Elementi di termofluidodinamica ed energetica applicata.

Compressori di gas.

Pompe volumetriche e turbopompe.

Motori alternativi a combustione interna.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono nello svolgimento di esercizi e problemi applicativi sugli argomenti sviluppati a lezione ed hanno lo scopo sia di migliorare il grado di apprendimento sia di fornire gli ordini di grandezza dei vari parametri.

0 206 D Elettrotecnica e impianti elettrici

Anno:periodo 3:1

Il corso ha lo scopo di fornire le nozioni fondamentali di elettrotecnica (prima parte) e di illustrare i criteri di progetto e verifica degli impianti elettrici, con particolare attenzione alla sicurezza e alla normativa tecnica (seconda parte).

PROGRAMMA*Elettrotecnica.*

Reti in regime stazionario (corrente continua). Reti in regime sinusoidale (corrente alternata). Sistemi trifase. Cenni sulle macchine elettriche. Campi di corrente (impianti di terra).

Impianti elettrici.

Cenni sulla generazione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Sicurezza elettrica: legislazione e normativa. Protezione contro le sovracorrenti. Protezione contro i contatti diretti e indiretti. Progettazione e verifica di impianti di distribuzione.

0 259 D Geotecnica

Anno:periodo 3:1

Il corso intende presentare, in forma sintetica, i fondamenti dell'ingegneria geotecnica (meccanica dei terreni e delle rocce).

Le lezioni si articolano nella trattazione teorica degli argomenti del programma e nello sviluppo di esempi applicativi.

PROGRAMMA

Metodi di indagine geotecnica per la classificazione dei terreni e delle rocce. Resistenza meccanica, deformabilità e permeabilità: determinazione in laboratorio e in sito.

Principi teorici dell'ingegneria geotecnica.

Fondazioni superficiali e profonde, strutture di sostegno.

Pendii e gallerie.

BIBLIOGRAFIA

R. Lancellotta, *Geotecnica*, Zanichelli.

G. Barla, *Meccanica delle rocce*, (in preparazione).

0 276 D Impianti e cantieri viari, sicurezza del lavoro

Anno:periodo 3:1

PROGRAMMA

Le figure nel contratto di appalto di opere private e di opere pubbliche.

I materiali elementari per il confezionamento dei conglomerati cementizi e bituminosi: caratteristiche di accettazione con riferimento alla normativa nazionale ed europea.

Conglomerati cementizi: normativa; progettazione delle ricette, controlli; prove di carico e collaudo statico; il calcestruzzo preconfezionato; impianti di produzione.

Conglomerati bituminosi: normativa; progettazione delle ricette; impianti di produzione; controlli.

Le macchine di cantiere e le macchine movimento terra: tipi e cicli di produzione; costi di unità di elemento prodotto e produttività, costi orari, produzioni orarie.

Organizzazione razionale del lavoro: le tecniche di programmazione lineari e reticolari.

Applicazioni ai piani di sicurezza.

Contabilità lavori.

Sicurezza del lavoro: legislazione e applicazione ai cantieri.

0 529 D Topografia 2

Anno: periodo 3:1

Il corso si propone di analizzare in maniera approfondita le moderne tecniche di misura e di calcolo di movimenti e delle deformazioni. Vengono fornite le necessarie conoscenze per l'istituzione ed il calcolo di reti di inquadramento e di controllo.

PROGRAMMA

Elementi di Geodesia. Ellissoide internazionale ED50 e WGS84. Sezioni normali. Calcolo delle coordinate di punti sull'ellissoide. Sistemi di riferimento geocentrici, locali, cartografici, geografici e loro trasformazioni. Cenni sulla stima del geoide (ondulazione e deviazione della verticale).

Cartografia equazioni differenziali delle carte conformi ed equivalenti. Calcolo di elementi geodetici sul piano di Gauss. Cenni di cartografia numerica.

Teoria delle misure. Principio dei minimi quadrati. Compensazioni rigorose di reti di livellazione e trigonometriche. Inquadramento di reti in cartografia. Problemi connessi alle reti di monitoraggio.

Strumenti e operazioni di misura. Livellazione geometrica di precisione. Livelli elettronici. Livellazione trigonometrica, tacheometrica e distanziometrica. Misure angolari e di distanza con strumenti elettronici (stazioni totali). Acquisizione automatica dei dati di campagna. Livelli zenitali, strumenti speciali per il controllo dei manufatti.

Misure satellitari GPS: generalità e problematiche.

ESERCITAZIONI

Calcolo e compensazione di reti classiche, GPS e per la misura delle deformazioni. Trattamento osservabili GPS. Misura di angoli, distanze e dislivelli con strumentazione elettronica e di precisione. Acquisizione ed elaborazione automatica dei dati di rilievo. Uso dei programmi di calcolo disponibili presso il Dipartimento di Georisorse e territorio.

BIBLIOGRAFIA

G. Inghilleri, *Topografia generale*, Torino, UTET, 1974.

Bezoari, Monti, Selvini, *Topografia e cartografia*, Milano, CLUP.

F. Sansò, *Il trattamento statistico dei dati*, Milano, CLUP.

0 093 D **Contabilità dei lavori**

Anno:periodo 3:1

Finalità del corso è l'analisi e la valutazione del mercato dell'edilizia in Italia e nell'Europa comunitaria con particolare attenzione ai sistemi di valutazione, di appalto e di conduzione delle opere.

REQUISITI. È auspicabile una buona conoscenza del progetto edilizio nelle diverse fasi di approfondimento.

PROGRAMMA

Approfondimento dei procedimenti di stima. Il costo mediante procedimenti sintetici ed analitici.

Computi metrici estimativi e computi metrici funzionali.

Considerazioni generali in merito alla congruità dei prezzi.

Analisi del mercato edilizio in Italia e nell'Europa comunitaria.

Sistemi e procedure di assegnazione ed esecuzione dei lavori.

Appalti in Italia e nell'Europa comunitaria: normative e procedure a confronto.

Il concetto di qualità ed i metodi di valutazione della qualità.

Il costo globale.

La conduzione e la contabilità dei lavori secondo la legge quadro dei LP in Italia. Norme e sistemi di sicurezza da adottare nell'organizzazione dei lavori di cantiere e relativi oneri.

Strumenti di analisi dell'impresa: il bilancio, il flusso di cassa, etc. Tecniche di analisi utili alla valutazione della economicità dei progetti dell'edilizia e dell'ingegneria civile: analisi del valore, analisi costi / benefici, analisi multicriterio etc.

ESERCITAZIONI

L'esercitazione consisterà nella predisposizione degli atti contabili di progetto e conduzione dei lavori del computo metrico alla contabilità finale di collaudo di un'opera pubblica o privata.

BIBLIOGRAFIA

G. Dandri, *Elementi di economia della progettazione edilizia*, Preprint, Genova.

L. Fabbri, *Principi di stima civile e urbano*, Medicea, Firenze.

A cura di A. Caruso e W. Marsero, sono in preparazione le dispense specifiche sulla contabilità dei lavori, così come previste dalla nuova legislazione sui lavori pubblici confrontata con le normative europee.

0 258 D **Geologia applicata**

Anno:periodo 3:1

Il corso fornisce le nozioni propedeutiche di litologia, geomorfologia e rilevamento geologico-tecnico indispensabili per un successivo sviluppo della geologia applicata all'ingegneria, ed ad altre materie che presuppongono una conoscenza di base del suolo e del sottosuolo.

Su tale piattaforma vengono sviluppati argomenti prettamente tecnico-ingegneristici, quali l'impiego di tecniche di rilevamento e metodi geognostici per l'esplorazione geognostica e geofisica del sottosuolo, la interrelazione tra opere ingegneristiche e le acque sotterranee, i movimenti di massa, le tecniche di miglioramento *in situ* delle caratteristiche tecniche di rocce e terreni.

PROGRAMMA

Nella parte introduttiva verranno schematicamente fornite le nozioni indispensabili per un inquadramento della crosta terrestre e dei suoi costituenti principali: le rocce, la loro genesi, il modellamento del territorio.

Saranno successivamente trattate le tecniche di rilevamento e telerilevamento geologico, il rilevamento finalizzato alla redazione di una cartografia tematica geo-territoriale e geo-ambientale, la lettura e l'interpretazione delle cartografie geologiche, la costruzione di una banca dati geoterritoriale. Di seguito verranno trattati argomenti relativi all'esplorazione geologica del sottosuolo, correlazione di dati di sondaggi, studio e problematiche delle acque sotterranee come risorsa o come fattore di pericolo nelle trasformazioni territoriali.

Verranno illustrate, essenzialmente da un punto di vista qualitativo, le problematiche connesse ai principali settori di intervento dell'ingegnere: caratterizzazione di rocce e terreni e loro miglioramento *in situ*, identificazione e classificazione dei dissesti, problemi geologico-tecnici nello studio della prevenzione e della bonifica dei movimenti di massa.

Infine saranno trattate problematiche relative al rilevamento finalizzato alla progettazione di interventi a prevenzione e bonifica per scavi in terreni instabili, per fondazioni, cave, discariche, ecc., alla progettazione delle strutture di collegamento (strade, ferrovie, canali) o delle infrastrutture urbane.

BIBLIOGRAFIA

F. Ippolito, P. Nicotera, P. Lucini, M. Civita, R. De Riso, *Geologia tecnica per ingegneri e geologi*, ISEDI Petrini, Torino.

F. Calvino, *Lezioni di litologia applicata*, CEDAM, Padova.

0 147 D **Elementi di analisi e valutazione ambientale**

Anno:periodo 3:1

Il corso inquadra la complessa materia sottolineando soprattutto le valenze tra la componente giuridica e la cultura e pratica urbanistica e le specifiche relazioni tra gli aspetti progettuali e gestionali.

PROGRAMMA

In particolare vengono approfonditi i temi riguardanti le procedure per la formazione degli strumenti urbanistici nella legislazione nazionale e regionale; i problemi inerenti l'espropriazione dei suoli ed i relativi indennizzi; le leggi rivolte alla tutela dei beni culturali e ambientali presenti sul territorio; i criteri previsti dalle norme regionali e dalle leggi vigenti per determinare il contributo economico a carico dei privati nei processi di trasformazione e uso del territorio.

Sono inoltre illustrate le principali leggi riguardanti il sistema ambientale, con particolare riguardo alle direttive CEE recentemente recepite dalla legislazione italiana.

Infine il corso sviluppa alcuni confronti fra i principi generali della legislazione urbanistica italiana e quelli vigenti nei principali paesi europei, quali la Francia, la Gran Bretagna, la Spagna, la Germania.

0 532 D **Trattamento delle osservazioni**

Anno:periodo 3:1

Vengono trattate tecniche statistiche avanzate finalizzate all'analisi dell'affidabilità delle osservazioni e al calcolo e alla compensazione di reti topografiche e di blocchi fotogrammetrici.

PROGRAMMA

Variabili statistiche casuali 2D e 3D e loro indici (dipendenza, correlazione lineare, contingenza).

La teoria dei minimi quadrati.

La regressione lineare.

Cenni su stime robuste e ricerca degli errori.

Compensazione di reti tridimensionali classiche, satellitari GPS, fotogrammetriche e miste.

Distribuzione normale, t , F .

Teoria dei *test* statistici parametrici.

Metodi di ricerca degli errori (*data snooping*).

Teoria dell'affidabilità delle osservazioni.

Metodi di ristima dei pesi delle osservazioni.

Test non parametrici.

ESERCITAZIONI

Trattamento dati GPS. Compensazione e inquadramento di reti classiche, GPS, miste con programmi di calcolo disponibili presso Dipartimento di Georisorse e territorio. Compensazione di blocchi di triangolazione aerea. Costruzione di programmi di calcolo inerenti specifici problemi di trattamento.

BIBLIOGRAFIA

G. Inghilleri, *Topografia generale*, Torino, UTET, 1974.

Bezoari, Monti, Selvini, *Topografia e cartografia*, Milano, CLUP.

F. Sansò, *Il trattamento statistico dei dati*, Milano, CLUP.

K. Kraus, *Fotogrammetria*; trad. S. Dequal, Torino, Levrotto & Bella, 1994.

0 112 D **Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti**

Anno:periodo 3:1

PROGRAMMA

La strada ferrata: considerazioni generali, elementi di traffico, progettazione geometrica delle linee ordinarie e delle moderne linee ad alta velocità.

Aeroporti: considerazioni generali, progettazione geometrica delle piste, delle piste di circolazione, dei raccordi e dei piazzali in base alla normativa ICAO.

Le sovrastrutture stradali, ferroviarie ed aeroportuali, lo studio e il calcolo. La stabilità del corpo stradale, ferroviario e degli ammassi terrosi interessati dalla loro costruzione.

ESERCITAZIONI

Progetto di uno svincolo autostradale. Calcolo e verifica di una pavimentazione aeroportuale o stradale.

0 461 D **Tecnica delle costruzioni 2**

Anno:periodo 3:1

Nel corso vengono illustrate le tematiche connesse alle tipologie specifiche ed alle tecnologie costruttive, produttive e di montaggio delle grandi opere in CA, CAP ed acciaio, con particolare riferimento alla realizzazione dei ponti e delle strutture speciali (coperture e di grande luce, serbatoi, ecc.).

Vengono illustrati i principali aspetti del comportamento strutturale sia in relazione alle modalità di realizzazione che a quelle di rappresentazione, con particolare riferimento alle normative tecniche vigenti in campo nazionale ed europeo (*Eurocodice 2*, parte 2., *Eurocodice 3*).

Le lezioni si articolano nella impostazione teorica degli argomenti integrata da presentazione di esempi significativi e visite in cantiere.

PROGRAMMA

Definizione delle azioni dirette ed indirette connesse alle diverse opere.

Qualificazione e controllo dei materiali e delle costruzioni.

Individuazione tipologica dei principali elementi costruttivi.

Principali schemi statici di riferimento.

Sistemi costruttivi e produttivi più ricorrenti.

Tecnologie di montaggio.

0 297 D **Infrastrutture idrauliche**

Anno:periodo 3:2

PROGRAMMA

Richiami di idrologia.

Precipitazioni e afflussi; fase terrestre del ciclo idrologico; bacino imbrifero e rete idrografica; portate dei corsi d'acqua e risorse idriche superficiali e sotterranee, eventi estremi: massime magre, portate e onde di piena; laminazione dei serbatoi naturali e artificiali; diagrammi cronologici delle portate; curve di durata delle portate; regolazione dei deflussi; portate di deflusso minimo vitale; tipologie di utilizzazione delle risorse idriche.

Costruzioni idrauliche.

Criteri e metodi della progettazione idraulica; dighe; traverse fluviali opere di presa; serbatoi di regolazione e di laminazione; bacini di accumulo; gallerie idrauliche; canali; grandi condotte. Cenni sugli impianti idroelettrici.

Impianti irrigui.

Il terreno; l'acqua, i rapporti acqua - pianta; la determinazione dei fabbisogni idrici delle piante; tecnica dell'irrigazione, sistemazione dei terreni irrigui; irrigazione a gravità per scorrimento, infiltrazione, sommersione; irrigazione a pioggia. Aspetti ambientali e sicurezza delle infrastrutture idrauliche.

0 113 D Costruzioni in acciaio

Anno:periodo 3:2

Il corso intende illustrare alcuni aspetti avanzati connessi alla realizzazione di strutture di acciaio, con cenni alle strutture miste acciaio-calcestruzzo.

Viene trattata l'estensione del metodo delle tensioni ammissibili al metodo degli stati limite, con riferimento alla normativa vigente e all'*Eurocodice 3*.

Le lezioni si articolano nella trattazione teorica degli argomenti del programma e nello sviluppo di esempi applicativi.

PROGRAMMA

Sicurezza e azioni sulle strutture.

Materiali e loro caratteristiche.

Tipologie strutturali.

Cenni di calcolo plastico.

Stati limite ultimi per sforzo normale, flessione, taglio, torsione.

Effetti del secondo ordine.

Verifiche agli stati limite di esercizio.

Strutture miste acciaio-calcestruzzo.

Controllo di qualità.

BIBLIOGRAFIA

UNI 1993-1, Eurocodice 3, Progettazione delle strutture di acciaio.

0 114 D Costruzioni in calcestruzzo

Anno:periodo 3:2

Il corso intende illustrare alcuni aspetti avanzati connessi alla realizzazione di strutture di calcestruzzo ordinario e precompresso realizzate in opera o prefabbricate.

Vengono trattati i fondamenti del metodo degli stati limite, con riferimento alla normativa vigente e all'*Eurocodice 2*; per l'esecuzione delle strutture si fa riferimento alla relativa norma europea provvisoria.

Le lezioni si articolano nella trattazione teorica degli argomenti del programma e nello sviluppo di esempi applicativi.

PROGRAMMA

Sicurezza e azioni sulle strutture.

Materiali e loro caratteristiche.

Durabilità delle strutture.

Stati limite ultimi per sforzo normale, flessione, taglio, torsione, punzonamento.

Effetti del secondo ordine.

Verifiche agli stati limite di esercizio.

Disposizioni costruttive.

Controllo di qualità.

BIBLIOGRAFIA

UNI 1992-1, Eurocodice 2, Progettazione delle strutture di calcestruzzo.

Biasioli, Debernardi, Marro, *Eurocodice 2, esempi di calcolo*, Ed. Keope.

UNI 9858, Calcestruzzo : produzione, posa, getto e criteri di conformità.

0 148 D Elementi di architettura tecnica

Anno:periodo 3:2

Obiettivi del corso: fornire, attraverso l'analisi morfologica e costitutiva dei vari componenti edilizi e sistemi impiantistici e delle loro caratteristiche comportamentali in ordine alle diverse esigenze d'uso e di sicurezza, le conoscenze necessarie al conseguimento di una adeguata capacità di organizzazione, conduzione e controllo dell'attività edilizia.

PROGRAMMA

L'evoluzione dei sistemi costruttivi in relazione ai materiali di impiego ed alle tecniche di realizzazione.

Studio dell'organismo edilizio attraverso l'analisi dei suoi componenti elementari (strutture di fondazione, strutture interrato a difesa dell'umidità ascendente, strutture orizzontali, coperture, pareti esterne, partizioni interne, scale, serramenti esterni ed interni ecc.).

Nozione di "requisito tecnologico e prestazione" dei componenti edilizi e controllo di qualità secondo le normative italiane ed europee.

Produzione industriale dei componenti e industrializzazione edilizia.

Analisi di esempi tipici di organismi edilizi di rilevanti contenuti tecnico-architettonici.

ESERCITAZIONI

Elaborazione esecutiva di particolari costruttivi corredata di una documentazione specifica costituita da una schedatura antologica di esempi desunti da significative architetture esistenti e da cataloghi specializzati.

0 237 D Fondamenti di fotogrammetria

Anno:periodo 3:2

Il corso fornisce le nozioni di base delle moderne tecniche fotogrammetriche per la produzione di cartografia, l'acquisizione di dati territoriali, il rilevamento di strutture architettoniche. Comprende lezioni teoriche ed esercitazioni pratiche di laboratorio.

PROGRAMMA

Concetti generali e terminologia.

Fondamenti analitici. Sistemi di riferimento, trasformazioni spaziali, direzioni nello spazio, equazioni di collinearità e di complanarità.

Le operazioni di restituzione. Orientamenti interno, relativo e assoluto. Cenni sulla triangolazione aerea.

Fotogrammetria aerea. Camere da presa, piano di volo, restituzione analitica e digitale. Strumentazioni. La cartografia fotogrammetrica alle diverse scale. Software fotogrammetrico di restituzione e gestione.

Fotogrammetria terrestre. Progettazione delle prese e dell'appoggio. Strumenti di restituzione semplificati. Esempi.

Ortoproiezione. Principi analitici. Strumentazione. Applicazioni.

BIBLIOGRAFIA

K. Kraus, *Fotogrammetria* ; trad. di S. Dequal, Levrotto & Bella, 1994.

0 422 D Rilevamento geofisico

Anno:periodo 3:2

Il corso si propone di fornire agli allievi le informazioni di base per la caratterizzazione dei parametri fisici del sottosuolo, per lo studio dei parametri geomeccanici di rocce e terreni e per la soluzione di problemi relativi alle opere di scavo ed alla stabilità dei pendii. Si illustreranno le metodologie geofisiche per la valutazione di fenomeni di inquinamento in falde superficiali e nei suoli. La parte finale del corso verrà dedicata alle indagini non distruttive sui materiali e sulle rocce.

PROGRAMMA

Concetti generali e fondamenti teorici di metodi elettrici, elettromagnetici e sismici. Illustrazione delle principali metodologie geofisiche per l'individuazione di cavità e di resti di interesse archeologico. Caratterizzazione dei parametri meccanici dei terreni e delle rocce con metodi sismici. Studio e monitoraggio di corpi franosi.

Individuazione e caratterizzazione di acquiferi superficiali con metodi elettrici ed elettromagnetici.

Verifica delle condizioni di integrità dei sistemi di impermeabilizzazione di discariche.

Metodi di polarizzazione indotta per l'analisi fisica di fenomeni di inquinamento.

Monitoraggio di inquinamento di falde superficiali mediante tomografie elettriche.

Studio di inquinamento dei suoli con sistemi elettromagnetici.

Indagini non distruttive sui materiali e su terreni con tomografie sismiche e mediante impiego di metodologie georadar.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni verranno principalmente condotte sul terreno con illustrazione pratica delle metodologie indicate nel corso. In aula si procederà ad alcune esemplificazioni di procedure di elaborazione ed interpretazione dei dati acquisiti sul terreno.

BIBLIOGRAFIA

A. Norinelli, *Elementi di geofisica applicata*, Patron, Bologna, 1982.

E. Carrara, A. Rapolla, N. Roberti, *Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: metodi geoelettrici e sismici*, Liguori, Napoli, 1992.

W.M. Telford [et al.], *Applied geophysics*, Cambridge Univ. Press, 1990.

0 063 D Cartografia numerica e catasto

Anno:periodo 3:2

Il corso si propone di fornire agli allievi le nozioni teoriche e pratiche che consentano di affinare le tecniche topografiche del rilievo e della rappresentazione cartografica finalizzate al rilievo del territorio interessato dalle opere di ingegneria civile ed edile.

PROGRAMMA

Il problema della rappresentazione. Cenni storici. Sistemi di riferimento geocentrici, geografici e locali. Trasformazione di coordinate nel piano e nello spazio. Moduli di deformazione. La rappresentazione conforme di Gauss ed equivalente di Cassini Soldner. La cartografia ufficiale italiana. Il Catasto terreni e il Catasto edilizio urbano.

La cartografia numerica. Caratteristiche della cartografia numerica. Contenuti planimetrici ed altimetrici. Funzione del sistema di codifica. Congruenze geometriche. Struttura dei dati e formati di trasferimento. Aggiornamento della cartografia numerica.

Metodi di costruzione di una cartografia numerica. Fotogrammetrico diretto, topografico e per digitalizzazione di carte esistenti. Costruzione di un DTM. Operazioni per la costruzione di un sistema informativo territoriale (SIT). Capitolati di cartografia a numerica: struttura di un capitolato. Alcuni esempi.

ESERCITAZIONI

Descrizione ed uso pratico di strumenti topografici di precisione e strumentazione speciale. Acquisizione e gestione di dati territoriali. Analisi delle specifiche di un capitolato di cartografia numerica. Analisi del *software* di gestione di un sistema informativo territoriale.

BIBLIOGRAFIA

G. Inghilleri, *Topografia generale*, Torino, UTET, 1974.

David J. Maguire, *Geographical information systems*, Longman.

Fundamentals of geographic information systems, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

0 511 D Telerilevamento ambientale

Anno:periodo 3:2

Il corso fornisce le nozioni teoriche e applicative relative ai processi di acquisizione, trattamento e interpretazione dei dati rilevati da piattaforma aerea e/o satellitare, mediante sensori fotografici e digitali.

PROGRAMMA

Introduzione: definizione e descrizione dei sistemi esistenti, applicazioni.

Leggi fisiche: radiazione elettromagnetica, teoria del corpo nero, energia emessa e riflessa, grandezze radiometriche e fotometriche, interazione tra radiazione e atmosfera, interazione tra materia e energia.

Strumenti di ripresa: camere fotografiche normali e multispettrali, telecamere (*vidicon* e CCD), termocamere, scanner multispettrali a scansione, radiometri, spettrometri.

Elaborazione dei dati: immagini digitali, pre-elaborazioni di base, correzioni radiometriche, tecniche di enfattizzazione, filtri digitali, classificazione.

Interpretazione dei dati: fondamenti di fotointerpretazione, applicazioni in campo vegetazionale, idrologia, geomorfologia, uso del suolo, cartografia, integrazione in sistemi informativi territoriali (SIT).

BIBLIOGRAFIA

P. Brivio, G. Lechi, E. Zilioli, *Il telerilevamento da aereo e da satellite*, Delfino, Sassari, 1992.

Manual of remote sensing, ASPRS, Fall Church, 1980.

J.B. Campbell, *Introduction to remote sensing*, New York, Guilford, 1987.

P.M. Mather, *Computer processing of remotely sensed images*, New York, Wiley, 1987.

0 428 D **Sistemazioni idrauliche**

Anno:periodo 3:2

PROGRAMMA

Morfologia dei bacini imbriferi.
 Processi di erosione e di trasporto solido negli alvei torrentizi e fluviali.
 Opere di sistemazione degli alvei montani.
 Dimensionamento delle briglie.
 Opere di sistemazione negli alvei fluviali.
 Dimensionamento di pennelli e difese spondali.
 Difesa delle fondazioni di opere in alveo.
 Fenomeni erosivi localizzati.

0 437 D **Sistemi di trasporto**

Anno:periodo 3:2

PROGRAMMA

Impianti a fune.
 Caratteristiche e norme costruttive. Le funi metalliche: classificazione ed impiego.
 Configurazione delle funi in opera e redazione automatizzata del progetto delle linee.
 Prove non distruttive.
 Ascensori, scale mobili, montacarichi, elevatori.
 Funicolari terrestri.
 Sistemi di trasporto speciali.
 Legislazione e normative nazionale della UE e dell'OITAF.

0 526 D **Teoria e tecnica della circolazione**

Anno:periodo 3:2

PROGRAMMA

1. Principi di pianificazione della mobilità, del traffico e della circolazione. Legislazione e normative. Codice della strada. La generazione della mobilità delle persone e delle merci: gli insediamenti, le attività produttive, i servizi. La struttura del territorio e delle relazioni. La motorizzazione. Le scale territoriali dei fenomeni della mobilità.
2. I movimenti delle persone e delle merci: le indagini origine / destinazione alle scale regionale, metropolitana, cittadina, puntuale: tecniche e pratica nella predisposizione delle indagini, dei materiali e delle elaborazioni. La sosta: la domanda e le sue articolazioni funzionali. I parcheggi e la progettazione funzionale.
3. I sistemi di infrastrutture e di trasporto: la rete stradale, la rete ferroviaria, la sosta, i nodi di scambio fra reti: analisi delle capacità e delle funzionalità operative. Tecniche di rilevamento, misurazione e valutazione. Materiali operativi.
4. Le intersezioni: analisi funzionale e principi di regolazione. Tecniche di rilevamento e materiali operativi. Progettazione degli incroci e della loro regolazione attiva o passiva.
5. La pianificazione della circolazione sulle reti e la strumentazione informatica: tecniche, *software* e applicazioni. La segnaletica.
6. La valutazione dei progetti e dei risultati: incidentalità e sicurezza, emissioni ed impatti determinati dal traffico (emissioni di rumore e gas di scarico). Analisi dei costi e dei benefici attesi di un intervento.
7. Esercitazioni e applicazioni pratiche.

Corso di diploma universitario in **Ingegneria meccanica** (Sedi di Alessandria, Mondovì e Torino)

Il diploma universitario in *Ingegneria meccanica* soddisfa la domanda di tecnici di livello medio-alto, dotati di competenze tecniche di base e trasversali, capaci di integrarsi facilmente nell'attività produttiva accanto alla figura professionale del laureato ingegnere. L'area di destinazione è quella dell'ingegneria meccanica e più in generale dell'ingegneria industriale.

Il diplomato ingegnere meccanico è un tecnico di elevata preparazione, qualificato per affrontare i problemi tecnico-industriali nell'immediato e con formazione sufficientemente estesa e valida per recepire e utilizzare l'innovazione. La grande varietà dei compiti che gli vengono richiesti dal mercato, composto in prevalenza da piccole e medie aziende di notevole diversificazione produttiva, merceologica e gestionale, impone una sicura preparazione di base insieme ad ampi contenuti tecnico-applicativi, che ne favoriscano l'immediato inserimento professionale.

È prevalente il concetto di evitare eccessive specializzazioni, che comunque non troverebbero spazi didattici sufficienti, e di curare invece al meglio quella solida preparazione tecnica in tutti gli ambiti culturali propri della meccanica. Ciò consente un rapido adattamento alle più diverse esigenze professionali ed evita l'obsolescenza, sul piano della formazione, dopo pochi anni.

Il corso di diploma, pertanto, fornisce l'impostazione generale matematica dei fenomeni fisici e delle leggi della chimica, la conoscenza dell'informatica con l'uso concreto dei calcolatori, la conoscenza di concetti di economia e di organizzazione applicati ai processi produttivi. Vi sono poi discipline tecnico-scientifiche rivolte a fornire una buona conoscenza della meccanica dei solidi e dei fluidi, della componentistica meccanica, dell'analisi dinamica dei sistemi meccanici, delle trasformazioni e della trasmissione dell'energia, dei materiali, delle macchine, delle tecnologie e degli impianti di produzione. L'approccio didattico è sempre rivolto all'applicazione specifica, con strumenti e linguaggi correnti nel lavoro professionale.

La professionalità dell'ingegnere diplomato si potrà esprimere in impieghi tipici quali: esercizio e manutenzione della fabbrica, attività tecniche di esercizio nelle aziende di servizi, progettazione esecutiva di prodotto o di processo, logistica, installazione e/o collaudo di macchine e sistemi semplici o complessi, direzione e gestione di reparti e di linee di produzione, attività di controllo e verifiche tecniche, sicurezza ambientale, attività di promozione, vendita, assistenza tecnica, ecc. L'attività potrà essere svolta sia nel mondo industriale che presso enti pubblici e privati.

L'attività professionale del diplomato ingegnere meccanico sarà comunque rivolta:

- sia ai processi di preparazione, produzione, trasformazione e vendita di materiali e prodotti, inclusa la gestione delle risorse, interloquendo utilmente con i laureati e i tecnici anche di altra area culturale;
- sia alla funzione di raccordo tra la fase di ideazione e la fase di realizzazione dei manufatti e dei sistemi di produzione e di servizio, disponendo di criteri validi per scelte razionali.

In base alla disponibilità sarà anche possibile effettuare un approfondimento applicativo mediante tirocini e *stage*. In collegamento col sistema industriale si prevede di sviluppare progetti esecutivi o relazioni tecniche critiche su attività sperimentali o produttive per la preparazione di tesi o di elaborati finali per il conseguimento del titolo.

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

[Per la sede di Alessandria soltanto] A partire dall'a.a. 1995/96 verrà anche attivato un orientamento *Materie plastiche* per rispondere a specifiche esigenze espresse dal mondo industriale. Per l'eventuale proseguimento degli studi, coloro che abbiano seguito questo orientamento potranno fare riferimento anche al corso di laurea in Ingegneria dei materiali.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti (Alessandria)

1:1	(1. anno, 1. periodo didattico)	
	1 310 P:	Istituzioni di matematiche 1
	1 315 P:	Istituzioni di matematiche 2
	1 065 P:	Chimica
	1 125 P:	Disegno tecnico industriale
	1 240 P:	Fondamenti di informatica
1:2	1 320 P:	Istituzioni di matematiche 3
	1 220 P:	Fisica 1
	1 225 P:	Fisica 2
	1 475 P:	Tecnologia meccanica 1
	1 465 P:	Tecnologia dei materiali e chimica applicata
2:1	1 045 P:	Calcolo numerico + Statistica matematica
	1 190 P:	Elettrotecnica
	1 230 P:	Fisica tecnica
	1 085 P:	Comportamento meccanico dei materiali
	1 150 P:	Elementi di meccanica teorica e applicata
2:2	1 440 P:	Sistemi energetici
	1 350 P:	Meccanica dei fluidi
	1 345 P:	Meccanica applicata alle macchine
	1 330 P:	Macchine elettriche
	1 015 P:	Azionamenti elettrici
	1 325 P:	Macchine
		(per Orient. <i>Materie plastiche</i> sostituito da)

-
- 3:1 1 120 P: Disegno assistito dal calcolatore
 1 480 P: Tecnologia meccanica 2
 1 325 P: Macchine
 1 145 P: Elementi costruttivi delle macchine
 1 382 P: Motori termici
-

- 3:2 1 260 P: Gestione aziendale
 1 290 P: Impianti industriali
 1 295 P: Impianti termotecnici
 1 470 P: Tecnologia dei materiali metallici
 1 397 P: Progettazione assistita di strutture meccaniche
-

Orientamento *Materie plastiche*

- 3:1 Stampi e attrezzature per materie plastiche
 Tecnologie delle materie plastiche
 Equipaggiamenti elettrici delle macchine
 1 145 P: Elementi costruttivi delle macchine
 Automazione a fluido
-

- 3:2 1 260 P: Gestione aziendale
 1 290 P: Impianti industriali
 1 295 P: Impianti termotecnici
 Tecnologie di lavorazione delle materie plastiche
 Gestione industriale della qualità
-

Istituzioni di matematiche 2

Programma

L'obiettivo del corso è quello di presentare i concetti di base del calcolo differenziale e integrale per le funzioni di una variabile per mettere in grado lo studente di utilizzare i limiti, derivata, integrali, sviluppo di Taylor ed equazioni differenziali in problemi di carattere matematico e di carattere applicativo.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti (Mondovì e Torino)

Nelle sigle dei corsi, la cifra '5' iniziale (che indica 'Mondovì') va uniformemente sostituita con la cifra '0' per i corrispondenti corsi che si svolgono a Torino. I moduli contrassegnati dalla stessa lettera (a sinistra della sigla) sono accorpate ai fini dell'esame.

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

- A 5 310 P: Istituzioni di matematiche 1
- A 5 315 P: Istituzioni di matematiche 2
- 5 065 P: Chimica
- 5 125 P: Disegno tecnico industriale
- 5 240 P: Fondamenti di informatica

1:2 5 320 P: Istituzioni di matematiche 3

- B 5 220 P: Fisica 1
- B 5 225 P: Fisica 2
- 5 475 P: Tecnologia meccanica 1
- 5 465 P: Tecnologia dei materiali e chimica applicata

2:1 5 045 P: Calcolo numerico + Statistica matematica

- 5 350 P: Meccanica dei fluidi
- 5 230 P: Fisica tecnica
- 5 085 P: Comportamento meccanico dei materiali
- 5 150 P: Elementi di meccanica teorica e applicata

2:2 C 5 440 P: Sistemi energetici

- C 5 325 P: Macchine
- D 5 190 P: Elettrotecnica
- D 5 160 P: Macchine elettriche
- 5 345 P: Meccanica applicata alle macchine

3:1 5 120 P: Disegno assistito dal calcolatore

- 5 295 P: Impianti termotecnici
- 5 480 P: Tecnologia meccanica 2
- 5 470 P: Tecnologia dei materiali metallici
- 5 145 P: Elementi costruttivi delle macchine
- 5 013 P: Automazione a fluido

3:2 5 260 P: Gestione aziendale

- 5 290 P: Impianti industriali
- Sperimentazione aziendale
- Sperimentazione industriale

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati nell'ordine con cui i corsi sono elencati nel precedente quadro riassuntivo (ordine cronologico di anno e periodo didattico). Nelle sigle, la cifra iniziale '5' (che indica la sede di Mondovì) è da intendersi sostituita con la cifra '0' per la sede Torino. Per la sede di Alessandria (cifra iniziale '1'), fare invece riferimento ai corsi in comune (primo e secondo anno, soprattutto) con il diploma in Ingegneria elettrica, alle p. 69-90.

5 310 P Istituzioni di matematiche 1

Anno:periodo 1:1

Il corso è composto da due parti. Gli scopi della prima parte sono:

- omogeneizzare il linguaggio matematico di base;
- ripassare le nozioni fondamentali di algebra e di geometria analitica;
- introdurre il concetto di funzione e i grafici delle funzioni elementari;
- sviluppare la capacità di tracciare i grafici delle funzioni elementari, sottoponendoli alle trasformazioni del piano (traslazioni, simmetrie, dilatazioni, ...);
- sviluppare la capacità di risolvere algebricamente e di interpretare geometricamente equazioni, disequazioni e sistemi.

Dopo una premessa sui numeri complessi, la seconda parte del corso mira a presentare allo studente le tecniche di base dell'algebra lineare, portandolo a operare sulle matrici, risolvere e discutere i sistemi lineari, calcolare autovalori e autovettori.

PROGRAMMA

Nozioni fondamentali su insiemi, operazioni su insiemi, insiemi numerici.

Piano cartesiano. Richiami di geometria analitica: equazioni di rette e di coniche in riferimento canonico.

Il concetto di funzione. Funzioni polinomiali, valore assoluto e funzioni razionali.

Trasformazioni del piano e grafici di funzioni.

Equazioni e disequazioni polinomiali, razionali, con il valore assoluto.

Funzioni radice.

Funzioni esponenziali e logaritmiche.

Richiami di trigonometria; funzioni trigonometriche.

Applicazione alla soluzione di equazioni e di disequazioni algebriche e trascendenti.

Numeri complessi. Polinomi in campo complesso.

Algebra lineare: matrici e operazioni sulle matrici. Determinanti. Sistemi lineari.

Autovalori e autovettori di una matrice quadrata.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali ed esercitazioni al calcolatore sulla grafica di funzioni.

5 315 P Istituzioni di matematiche 2

Anno:periodo 1:1

L'obiettivo del corso è quello di presentare i concetti di base del calcolo differenziale e integrale per le funzioni di una variabile per mettere in grado lo studente di utilizzare limiti, derivate, integrali, sviluppi di Taylor ed equazioni differenziali in problemi di carattere matematico e di carattere applicativo.

PROGRAMMA

Proprietà fondamentali dei numeri reali.

Funzioni composte e funzioni inverse.

Limiti e continuità.

Derivazione: proprietà e calcolo delle derivate.

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

Infiniti e infinitesimi. Sviluppi di Taylor.

Applicazione delle nozioni apprese allo studio del grafico di una funzione e alla soluzione di equazioni.

Integrale definito; integrale indefinito e primitive. Metodi di integrazione.

Equazioni differenziali: alcuni tipi di equazioni del primo ordine.

Equazioni differenziali del secondo ordine a coefficienti costanti.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali e esercitazioni al calcolatore sulla grafica di funzioni e sulla soluzione approssimata di equazioni algebriche e trascendenti e di equazioni differenziali.

5 065 P Chimica

Anno:periodo 1:1

Il corso si propone di fornire le basi teoriche e gli esempi applicativi necessari per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici, con particolare riferimento a reazioni e materiali di interesse ingegneristico.

PROGRAMMA

Chimica generale.

Teoria atomica e struttura dell'atomo. Configurazione elettronica. Sistema periodico degli elementi.

Legame chimico. Formazione di composti: significato quantitativo delle formule e delle reazioni.

Sistemi chimico-fisici e stati di aggregazione della materia.

Stato gassoso: leggi dei gas.

Stato solido: reticolo cristallino e cella elementare; soluzioni solide.

Stato liquido: tensione di vapore, soluzioni.

Effetto termico delle reazioni. Velocità di reazione. Equilibri omogenei ed eterogenei: legge di azione di massa e regola delle fasi.

Soluzioni di elettroliti. pH.

Elettrochimica: leggi di Faraday dell'elettrolisi; potenziali di ossido-riduzione; fenomeni di corrosione.

Chimica inorganica.

Reattività di metalli e non metalli ed esempi di reazioni di interesse ingegneristico.

Chimica organica.

Cenni su idrocarburi e gruppi funzionali. Monomeri e polimeri.

BIBLIOGRAFIA

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

5 125 P **Disegno tecnico industriale**

Anno:periodo 1:1

Il corso si propone di fornire adeguate basi per far acquisire le capacità di interpretare correttamente un disegno e di rappresentare graficamente i componenti meccanici ai fini tecnologico-costruttivi, con particolare riferimento ai metodi della geometria descrittiva e alla normativa tecnica.

PROGRAMMA.

Il disegno come mezzo di comunicazione; collocazione del disegno nel ciclo di vita del prodotto.

Normativa nazionale ed internazionale sul disegno tecnico.

Costruzioni geometriche fondamentali, proiezioni ortogonali, sezioni e compenetrazione di solidi. Le proiezioni assonometriche ortogonali ed oblique, con richiami alle nozioni fondamentali di geometria descrittiva. Le proiezioni prospettiche.

Cenni di tecnologia di base: lavorazioni fondamentali per deformazione plastica ed asportazione di truciolo e loro influenza sul disegno dei componenti meccanici.

Elementi base di metrologia tecnologica. La quotatura funzionale, tecnologica e di controllo; sistemi di quotatura. Tolleranze di lavorazione dimensionali, relazione con i processi di lavorazione e criteri di scelta degli accoppiamenti. Cenni sulla finitura superficiale, rugosità, indicazione nei disegni tecnici.

Collegamenti di organi meccanici: collegamenti smontabili. Filettature: sistemi di filettature, lavorazione e rappresentazione. Bulloneria, dispositivi antisvitamento. Chiavette, linguette, alberi scanalati. Collegamenti saldati.

Cenni sulla designazione dei materiali metallici.

Il disegno di particolari e di componenti.

ESERCITAZIONI. Schizzi e disegni di particolari e di complessivi meccanici.

5 240 P **Fondamenti di informatica**

Anno:periodo 1:1

Il corso si propone di fornire le conoscenze fondamentali relative alle caratteristiche di un sistema di elaborazione e agli strumenti necessari per il suo utilizzo. Il corso introduce poi i concetti base relativi alle architetture dei sistemi, alla telematica, agli ambienti operativi e agli strumenti *software* di produttività individuale.

PROGRAMMA.

Concetti fondamentali: sistemi di numerazione binaria, ottale, esadecimale; fondamenti dell'algebra di Boole; circuiti logici fondamentali.

Organizzazione funzionale di un sistema di elaborazione (struttura logica della CPU, ciclo base di una istruzione macchina).

Il sistema operativo: concetti base, problematiche, classificazione.

Architettura dei sistemi informativi.

Telematica: principi di comunicazione digitale, protocolli, reti geografiche e locali.

Ambienti operativi e strumenti di produttività individuale: Windows, fogli elettronici etc.

Fondamenti di teoria della programmazione: operatori logici fondamentali, l'analisi di un processo elementare, la definizione di una base dati.

Linguaggio di programmazione: 4GL in ambiente Windows.

Data base relazionale. Principi del linguaggio SQL, disegno di una base dati e relativa integrazione applicativa.

BIBLIOGRAFIA.

P. Bishop, *Informatica*, Jackson.

K. Jensen, N. Wirth, *Programmazione PASCAL*, Springer.

5 320 P Istituzioni di matematiche 3

Anno:periodo 1:2

Nella prima parte del corso viene fornita una conoscenza di base della geometria dello spazio e della rappresentazione analitica di superfici e di curve.

Vengono poi introdotti i fondamenti di calcolo differenziale per funzioni di più variabili e di integrazione multipla e su curve e superfici, con particolare attenzione alle applicazioni alla geometria delle masse.

La parte finale tratta equazioni e sistemi differenziali, con esempi di modellizzazione matematica di problemi fisici.

PROGRAMMA

Geometria dello spazio. Coordinate cartesiane nello spazio. Vettori nello spazio. Prodotto scalare, vettoriale e misto.

Cambiamenti di coordinate nello spazio.

Rappresentazione di piani e rette nello spazio.

Rappresentazione di superfici nello spazio (coni, cilindri, quadriche) e di curve.

Funzioni di più variabili a valori reali. Derivate parziali, gradiente, differenziale.

Integrazione multipla con applicazione alla geometria delle masse (volumi, baricentri, momenti d'inerzia).

Integrazione su curve e superfici. Teoremi di Green, Gauss e Stokes.

Risoluzione di equazioni e sistemi differenziali lineari. Analisi qualitativa di equazioni differenziali. Esempi di modellizzazione matematica.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali, con particolare attenzione a problemi applicativi.

5 220 P Fisica 1

Anno:periodo 1:2

Obiettivi: fornire agli studenti conoscenze di base su grandezze fisiche, misurazioni e unità di misura; meccanica e termodinamica.

PROGRAMMA

1. *Metrologia*.

2. *Meccanica*: scalari e vettori. Cinematica del punto. Moti relativi. Dinamica del punto. Eq. cardinali. Dinamica del punto. Approccio energetico. Oscillazioni. Dinamica dei sistemi. Eq. cardinali, approccio energetico. Dinamica e statica dei corpi rigidi. Statica e dinamica dei fluidi. Gravitazione.

3. *Termodinamica*: temperatura e calore. Primo e secondo principio della termodinamica.

BIBLIOGRAFIA

D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Fondamenti di fisica*, CEA, Milano 1995.

5 225 P Fisica 2

Anno:periodo 1:2

Obiettivi: fornire le leggi fondamentali dell'elettromagnetismo, dei fenomeni ondulatori meccanici ed elettromagnetici e conoscenze di base sul funzionamento degli strumenti ottici.

PROGRAMMA

1. *Campi di forze.* Campi elettrici statici. Potenziale elettrostatico, teorema di Gauss.
2. *Corrente elettrica.* Concetto di resistenza elettrica. Conduzione ohmica. Effetto Joule.
3. *Campi magnetici statici.* Forza di Lorentz. Forze su correnti. Calcolo di campi magnetici generati da correnti stazionarie.
4. Comportamento dei materiali in campi elettrici e magnetici statici.
5. *Induzione elettromagnetica.* Campi variabili nel tempo. Equazioni di Maxwell.
6. *Concetto di onda progressiva e stazionaria.* Onde elettromagnetiche. Elementi di ottica ondulatoria.
7. Ottica geometrica e strumenti ottici.

ESERCITAZIONI. Sono previste esercitazioni teoriche, sperimentazioni di laboratorio e simulazioni al computer.

5 475 P Tecnologia meccanica 1

Anno:periodo 1:2

Il corso si propone di fornire un quadro sintetico ma il più possibile completo delle principali operazioni tecnologiche usate nell'industria manifatturiera per la costruzione di particolari meccanici. Al termine del corso l'allievo dovrebbe essere in grado di progettare il ciclo tecnologico per la realizzazione di semplici particolari meccanici.

PROGRAMMA

1. *Le lavorazioni con asportazione di truciolo.*
Cenni di teoria della formazione del truciolo.
Tornitura, fresatura, foratura, brocciatura.
Gli utensili, geometria e materiali.
La rettificatura.
2. *La produzione dei semilavorati.*
Processi fusori: fusioni in terra, in conchiglia, pressofusione, microfusione.
Lavorazioni per deformazione plastica: laminazione, estrusione, trafilatura, stampaggio.
3. *La lavorazione delle lamiere.*
Imbutitura e tranciatura.
Imbutitura al tornio e fluotornitura.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consisteranno nella stesura di semplici cicli di lavorazione e nell'esecuzione di esercizi di calcolo della potenza richiesta dalle diverse operazioni.

BIBLIOGRAFIA

- Secciani, Villani, *Produzione metalmeccanica. Vol. 2 e 3*, Cappelli.
Giusti, Santocchi, *Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione*, Ambrosiana.
Kalpakjian, *Manufacturing engineering and technology*, Addison Wesley.
Andrisano, Grilli, *Esercitazioni di macchine utensili*, Pitagora.

5 465 P **Tecnologia dei materiali e chimica applicata**

Anno:periodo 1:2

Lo scopo del corso è di far conoscere le proprietà di impiego dei materiali più comuni con i quali la nuova figura del diplomato in ingegneria meccanica dovrà confrontarsi nel corso della sua carriera professionale. Verrà pertanto fornito un quadro, necessariamente non completo, dell'ampia casistica relativa ai materiali per l'ingegneria, senza adentrarsi nei processi industriali della loro produzione.

REQUISITI

È indispensabile la conoscenza delle nozioni impartite nel corso di *Chimica*.

PROGRAMMA

Proprietà generali dei materiali. Proprietà tecnologiche dei materiali.

Richiami sulle strutture dei solidi. Difetti strutturali e loro classificazione.

Diagrammi di stato; casi reali: ferro-carbonio, silice-allumina.

Acque per usi industriali.

Combustibili, lubrificanti e carburanti.

Materiali refrattari.

Materiali ceramici tradizionali e per tecnologie avanzate.

Materiali leganti aerei e idraulici.

Materiali ferrosi: elaborazione dei materiali.

Materiali metallici a base di alluminio: elaborazione dei materiali.

Materiali polimerici termoplastici, termoindurenti, elastomeri.

Materiali compositi a matrice polimerica, metallica o ceramica.

BIBLIOGRAFIA

C. Brisi, *Chimica applicata*, Levrotto & Bella, Torino.

P. Appendino, C. Gianoglio, *Esercizi di chimica applicata*, CELID, Torino.

J. Wulff [et al.], *Struttura e proprietà dei materiali*. Vol. 1-4, Ambrosiana.

5 045 P **Calcolo numerico + Statistica matematica**

Anno:periodo 2:1

L'obiettivo del corso, per quanto riguarda il calcolo numerico, è quello di illustrare brevemente i metodi numerici di base, allo scopo di mettere gli studenti in grado di utilizzare le librerie scientifiche (NAG, IMSL, MATLAB) per la soluzione di problemi numerici.

Nella parte di statistica si mira a introdurre le idee di base della probabilità e della statistica, a presentare le principali distribuzioni, con applicazioni connesse con le esigenze dei corsi seguenti e con le necessità professionali del diplomato.

PROGRAMMA

1. Conseguenze dell'aritmetica del calcolatore sul calcolo numerico. Concetti di condizionamento di un problema e di stabilità di un algoritmo.
2. Metodi numerici dell'algebra lineare.
3. Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali.
4. Equazioni e sistemi non lineari.

5. Calcolo di integrali.
6. Introduzione al calcolo statistico e presentazione di un pacchetto *software*.
7. Elementi di calcolo delle probabilità: definizioni e regole di calcolo. Formula di Bayes.
8. Distribuzioni sperimentali e cenni sulle principali distribuzioni teoriche.
9. Teoria della stima: distribuzioni campionarie, stima, test statistici, intervalli di fiducia.
10. Selezione di applicazioni a: controllo di qualità, affidabilità, pianificazione degli esperimenti, analisi delle serie storiche, indagini campionarie.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni tradizionali; utilizzo di librerie scientifiche; utilizzo di un pacchetto applicativo statistico.

5 350 P Meccanica dei fluidi

Anno:periodo 2:1

Il corso si propone di fornire gli elementi necessari al proporzionamento dei recipienti e delle condotte destinati a contenere e a convogliare fluidi. Partendo da una impostazione teorica, si perviene alle applicazioni pratiche, con particolare riguardo a quelle specifiche dell'area meccanica.

PROGRAMMA

Idrostatica.

Pressione. Equazioni locali di equilibrio. Statica dei fluidi pesanti comprimibili ed incompressibili. Carico piezometrico. Piezometri, manometri metallici e a mercurio, semplici e differenziali. Spinta su superfici piane e curve.

Idrodinamica dei fluidi perfetti e reali.

Equazioni dei liquidi perfetti. Teorema di Bernoulli. Estensione del teorema di Bernoulli ai fluidi comprimibili. Applicazioni ad alcuni processi di efflusso. Moto laminare. Moto turbolento. Tubi lisci, tubi scabri. Formule pratiche del moto uniforme turbolento. Moto dei fluidi comprimibili in condotti cilindrici. Resistenze localizzate. Perdite di carico per brusche variazioni di direzione e sezione. Lunghie condotte e reti di condotte. Problemi idraulicamente indeterminati e criteri di economia. Reti chiuse. Metodo di Cross. Condotte in depressione. Cenni agli impianti idroelettrici.

Moto vario nelle condotte in pressione.

Colpo d'ariete nelle condotte adduttrici. Colpo d'ariete negli impianti di sollevamento. Casse d'aria.

Filtrazione.

Legge di Darcy-Ritter e generalizzazione. Moto permanente in falde artesiane e freatiche.

Le misure di portata.

5 230 P Fisica tecnica

Anno:periodo 2:1

Il contenuto del corso è quello tradizionale: comprende argomenti strettamente tecnici (termodinamica applicata e termofluidodinamica) che costituiscono un collegamento fra i corsi teorici e quelli applicativi ed argomenti più particolari che di norma non vengono ripresi in corsi successivi.

PROGRAMMA*Termodinamica applicata.*

Sistemi, stati, trasformazioni. Principio di conservazione dell'energia, equazioni in forma termica e meccanica, per sistemi chiusi e aperti. Energia interna ed entalpia. Secondo principio della termodinamica, entropia, irreversibilità, energia utilizzabile.

Gas ideali perfetti e quasi perfetti; proprietà; cicli diretti ideali (Otto, Joule, Diesel, Carnot e cicli rigenerativi).

Vapori e loro proprietà; cicli diretti ideali; rigenerazione. Cicli inversi. Effetto Joule-Thomson, gas reali. Miscele aria - vapore; diagramma di Mollier per l'aria umida.

Termofluidodinamica.

Fenomeni di trasporto dell'energia, della quantità di moto e della massa. Principi di conservazione. Moto prodotto da differenze di densità. Conduzione termica, legge di Fourier, conducibilità. Convezione, naturale e forzata. Irraggiamento, leggi fondamentali, scambio termico fra corpi neri e grigi. Scambio termico laminare e globale, resistenza termica. Scambiatori di calore.

BIBLIOGRAFIA

C. Codegone, *Fisica tecnica*, 6 vol., Giorgio, Torino, 1969.

C. Boffa, P. Gregorio, *Elementi di fisica tecnica. Vol. 2*, Levrotto & Bella, Torino, 1981.

P. Gregorio, *Esercizi di fisica tecnica*, 2 vol., Levrotto & Bella, Torino, 1990.

P. Gregorio, *Fisica tecnica : temi d'esame svolti*, Levrotto & Bella, Torino, 1990.

A. Sacchi, G. Caglieris, *Fisica tecnica*, UTET, Torino, 1990.

5 085 P Comportamento meccanico dei materiali

Anno:periodo 2:1

Il corso si propone di fornire agli allievi gli elementi di base sulla risposta dei materiali a vari tipi di sollecitazione e sulle loro modalità di cedimento. A questo scopo, sono esposti i principi di base della teoria elastica relativi alla definizione dello stato delle tensioni e delle deformazioni e ne viene illustrata l'applicazione allo studio di diversi tipi di sollecitazione con particolare riferimento ai problemi strutturali tipici della progettazione meccanica. Si presentano inoltre i concetti di base relativi alle proprietà meccaniche dei materiali e si forniscono alcuni cenni sulla resistenza dei materiali alle sollecitazioni cicliche.

PROGRAMMA1. *Geometria delle aree.*

Momento statico. Baricentro. Momento di inerzia.

2. *Equilibrio dei corpi.*

Forze concentrate e distribuite. Forze di superficie e di volume. Vincoli, sezioni vincolari. Equilibrio statico e dinamico. Equazioni del moto e vincolari. Strutture labili, isostatiche, iperstatiche. Equilibrio strutture meccaniche e dei componenti di macchine.

3. *Stato delle tensioni e delle deformazioni.*

Direzioni e tensioni principali. Stato di tensione piana. Cerchi di Mohr. Ipotesi di rottura, tensione equivalente.

4. *Strutture e componenti monodimensionali.*

Travi, aste, barre, alberi. Diagrammi degli sforzi risultanti. Forza normale e forza di taglio; momento flettente e momento torcente; tensioni corrispondenti a ciascuno sforzo risultante. Freccie, rotazioni, torsioni. Instabilità elastica di aste compresse.

5. *Comportamento dei materiali.*

Proprietà meccaniche dei materiali: fenomenologia, materiali duttili e fragili, prova di trazione, snervamento, incrudimento, rottura. Normativa UNI-ISO per lo svolgimento delle prove. Cenni sugli effetti di intaglio, sulla concentrazione delle tensioni e sulla loro importanza pratica. Cenni sulla resistenza alle sollecitazioni cicliche: fatica dei materiali, curve di Woehler.

5 150 P **Elementi di meccanica teorica e applicata**

Anno:periodo 2:1

Scopo del corso è fornire gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identificazione e la modellazione dei fenomeni meccanici fondamentali e dei sistemi meccanici. I vari argomenti sono trattati secondo un approccio di tipo elementare, mirato alla determinazione rapida delle metodologie di analisi.

PROGRAMMA

1. *Cinematica dei meccanismi piani*: coppie cinematiche, accoppiamenti di forza, analisi dei meccanismi.
2. *Dinamica piana del corpo rigido*: riduzione di sistemi di forze, equazioni cardinali della dinamica, diagramma del corpo libero, equazione dell'energia, potenza e rendimento.
3. *Fenomeni di attrito*: attrito radente, attrito volvente. Freni a pattino, a ceppi, a disco e a nastro.
4. *Frizioni piane e coniche*.
5. *Sistemi di trasmissione e trasformazione del moto*: trasmissioni con flessibili, sistema vite-madrevite, ruote di frizione, ruote dentate, rotismi ordinari ed epicicloidali, giunti di trasmissione.
6. *Supporti*. Cuscinetti radenti e a rotolamento. Supporti lubrificati: viscosità, lubrificazione idrodinamica e idrostatica, tipologie di supporti lubrificati.

ESERCITAZIONI

Nel corso delle esercitazioni vengono svolti esempi illustrativi degli argomenti del corso, risolti con metodologie di tipo analitico e grafico.

BIBLIOGRAFIA

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

5 440 P **Sistemi energetici**

Anno:periodo 2:2

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.

PROGRAMMA

Generalità e classificazione dei sistemi energetici.

Fondamenti di termodinamica applicata ai sistemi energetici: leggi di conservazione dell'energia in forma lagrangiana ed euleriana, perdite per resistenze passive, entropia e leggi di evoluzione dell'energia, fenomeni di recupero e controrecupero, combustione a

volume costante e pressione costante ideali e reali, poteri calorifici e loro variazione con la temperatura, combustione in flusso permanente.

Portate negli ugelli e nelle turbine: calcolo di ugelli e diffusori in condizioni nominali di funzionamento, analisi del loro comportamento in condizioni diverse da quelle di progetto, cono dei consumi delle turbine.

Impianti a vapore: cicli termodinamici, loro realizzazione, metodi per aumentare il rendimento, impianti semplici, combinati, a recupero, a cogenerazione e loro regolazione.

Turbine a gas: cicli termodinamici semplici e complessi, metodi per aumentare il rendimento, caratteristica meccanica e di regolazione.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono nello svolgimento di esercizi o problemi applicativi dei concetti sviluppati a lezione, ed hanno lo scopo sia di migliorare il grado di apprendimento sia di fornire gli ordini di grandezza dei vari parametri.

BIBLIOGRAFIA

C.V. Ferraro, *Elementi di termofluidodinamica : appunti dai corsi di diploma universitario di Mondovì*, 1994.

Testi per approfondire singoli argomenti, ove ciò sia necessario nella futura attività professionale, sono i seguenti:

A. Capetti, *Motori termici*, UTET, Torino, 1967.

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

5 325 P Macchine

Anno:periodo 2:2

Scopo del corso è di fornire all'allievo le conoscenze specifiche dei principi di funzionamento delle macchine per arrivare a valutarne il comportamento e le prestazioni sia in condizioni di progetto sia in condizioni di regolazione e per giustificarne gli aspetti costruttivi ed applicativi. Da queste competenze deriverà una ragionata capacità di scelta, di utilizzazione ed anche di intervento sulle macchine, che potrà servire per un proficuo dialogo con l'utente, o anche come base per approfondimenti specialistici.

PROGRAMMA

Generalità e classificazione delle macchine.

Termodinamica e fluidodinamica delle macchine.

Trasformazioni ed evoluzioni tipiche delle macchine.

Turbomacchine motrici. Caratteristiche funzionali e delle turbine a vapore, a gas e idrauliche.

Turbomacchine operatrici. Caratteristiche funzionali e costruttive dei turbocompressori e delle turbopompe.

Macchine volumetriche operatrici alternative e rotative. Caratteristiche funzionali e costruttive dei compressori e delle pompe.

Motori alternativi a combustione interna. Caratteristiche funzionali e costruttive.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono in applicazioni numeriche a casi reali dei concetti sviluppati nelle lezioni ed hanno lo scopo sia di migliorare la comprensione dei concetti stessi sia di abituare ad una visione anche quantitativa dei fenomeni.

BIBLIOGRAFIA

- A. Capetti, *Motori termici*, UTET, Torino, 1967.
 A. Capetti, *Compressori di gas*, Levrotto & Bella, Torino, 1970.
 A. Beccari, *Macchine*, CLUT, Torino, 1990.
 A.E. Catania, *Complementi ed esercizi di macchine*, Levrotto & Bella, Torino, 1979.

5 190 P Elettrotecnica

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

1. *Circuiti*: definizioni e leggi fondamentali dei circuiti a parametri concentrati, legge di Kirchhoff correnti, legge di Kirchhoff tensione, ipotesi validità.
2. *Componenti circuitali*: componenti bipolari ideali, cenni ai componenti reali, potenze ed energie nei dipoli: teorema di Tellegen.
3. *Circuiti equivalenti*: circuito equivalente di Thévenin, di Norton e di Millmann.
4. *Soluzione reti lineari tempoinvarianti*: risposta transitoria e di regime.
5. *Regime sinusoidale*: metodo simbolico, impedenza/ammittenza, potenza in regime sinusoidale, teorema di Boucherot.
6. *Sistemi polifase*: definizioni grandezze elettriche nel sistema trifase, potenza nei sistemi trifase, circuiti trifasi equilibrati, metodi di soluzione.
7. *Campi elettrici e magnetici*: richiami di algebra vettoriale, equazioni di Maxwell in forma integrale.
8. *Campo elettrostatico*: capacità, rigidità dielettrica, isolamento.
9. *Campo di conduzione*: resistenza, dispersori, cenni agli impianti di terra.
10. *Campo magnetostatico*: circuiti magnetici, riluttanza, auto e mutua induttanza.
11. *Campi quasi statici*: corrente di spostamento nei condensatori, induzione elettromagnetica, termini trasformatorici e mozionali, perdite nel ferro.
12. *Conversione elettromeccanica dell'energia*: bilancio energetico dei sistemi elettromeccanici, calcolo di forze con il principio dei lavori virtuali.

BIBLIOGRAFIA

- F. Ciampolini, *Elettrotecnica generale*, Pitagora, Bologna.

5 160 P Macchine elettriche

Anno:periodo 2:2

Il corso ha lo scopo di fornire informazioni sul funzionamento, sui criteri di scelta, sui problemi di manutenzione e sulle tipologie costruttive delle principali macchine elettriche.

PROGRAMMA

- Sistema elettrico ed elettromeccanico. Criteri di valutazione del rendimento energetico. Valutazione dell'impatto ambientale.
 Aspetti generali sulla conversione elettromeccanica dell'energia. Teoria. Criteri di classificazione delle macchine elettriche.
 Trasformatore monofase e trifase.
 Caratteristiche costruttive.
 Trasformatore ideale e reale; circuito equivalente.
 Impieghi industriali ed impiantistici dei trasformatori (criteri installativi, protezioni, raffreddamento).
 Autotrasformatori e trasformatori di misura (cenni).

Macchina ad induzione. Caratteristiche costruttive. Classificazioni.
 Principio di funzionamento e circuito equivalente.
 Caratteristica elettromeccanica.
 Regolazione della velocità e di coppia. Criteri installativi.
 Macchina sincrona. Caratteristiche costruttive.
 Principio di funzionamento; reattanza sincrona.
 Parallelo con la rete e regolazione di potenza attiva e reattiva.
 Macchina in corrente continua. Caratteristiche costruttive.
 Funzione generale del commutatore meccanico.
 Modelli della macchina in corrente continua e loro applicazioni.
 Regolazione di velocità e di coppia.
 Limiti di impiego imposti dalla commutazione.
 Macchine a commutatore in corrente alternata.
 Cenni su altri tipi di motori industriali.
 Convertitori AC/DC.
 Convertitori DC/DC.
 Convertitori DC/AC.
 Normative ed unificazioni.
 Normativa elettrica e normativa meccanica.

5 345 P **Meccanica applicata alle macchine**

Anno:periodo 2:2

Scopo del corso è fornire le metodologie per l'analisi funzionale e dinamica dei sistemi meccanici nonché illustrare le tecniche di analisi e di progetto di controlli in catena chiusa, limitatamente ai sistemi lineari con singolo ingresso e singola uscita.

PROGRAMMA

1. *Equilibri dinamici*. Applicazioni del teorema della quantità di moto, del momento della quantità di moto e dell'energia. Azioni dinamiche su elementi rotanti. Effetti giroscopici.
2. *Studio dei fenomeni transitori nelle macchine*. Accoppiamento di macchine motrici e operatrici: accoppiamento diretto, con riduttore di velocità, con innesto a frizione. Sistemi a regime periodico.
3. *Vibrazioni di sistemi ad un grado di libertà*. Vibrazioni libere senza e con smorzamento. Vibrazioni forzate. Trasmissibilità. Misura delle vibrazioni.
4. *Analisi di sistemi meccanici*. Trasformate di Laplace. Modellazione dei sistemi meccanici. Funzione di trasferimento. Equazioni di stato. Sistemi del 1. e del 2. ordine. Stabilità dei sistemi meccanici.
5. *Analisi e progetto di sistemi di controllo retroazionati*. Risposta in frequenza. Diagrammi di Bode. Margine di fase, margine di guadagno, larghezza di banda, errore a regime. Correzione tramite il fattore di guadagno, correzione con reti anticipatrici e ritardatrici.

ESERCITAZIONI

Nel corso delle esercitazioni vengono risolti analiticamente esempi illustrativi degli argomenti del corso, vengono sviluppati modelli di simulazione implementati su calcolatore e vengono analizzati e progettati sistemi di controllo retroazionati con l'ausilio di apposito *software*.

BIBLIOGRAFIA

C. Ferraresi, T. Raparelli, *Appunti di meccanica applicata*, CLUT, Torino.
 Di Stefano, Stubberud, Williams, *Regolazione automatica*, (Collana Schaum), ETAS, Milano.

5 120 P **Disegno assistito dal calcolatore**

Anno:periodo 3:1

Nell'attività di progettazione l'ingegnere utilizza il disegno per la scelta della soluzione costruttiva, l'esecuzione dei calcoli di dimensionamento, la definizione dei materiali e dei cicli di lavorazione. In quest'ottica, il corso si propone di presentare il disegno assistito da calcolatore non solo come un'attività puramente grafica, ma come la sintesi delle scelte effettuate ed estrinsecazione delle conoscenze tecniche acquisite in un prodotto rispondente a delle specifiche caratteristiche funzionali ed economiche prefissate.

PROGRAMMA

Computer aided design e manufacturing (CAD / CAM)

Introduzione: dal disegno tradizionale al Disegno Assistito da Calcolatore (CAD).

Generalità sui sistemi CAD. *Hardware*: panoramica sui sistemi, tipi di configurazioni, periferiche, sistemi di input grafico. *Software*: pacchetti grafici interattivi, sistemi bidimensionali e tridimensionali. I problemi di integrazione CAD / CAE / CAM.

Gli errori delle lavorazioni meccaniche.

Serie e catene di quote tollerate.

Tolleranze geometriche di forma, orientamento e posizione.

Principio del massimo materiale.

Quotatura di fabbricazione e trasferimento di quote funzionali.

Elementi di grafica computerizzata.

Curve e superfici parametriche: curve e superfici di Bezier. *Spline e B-spline.*

Sistemi di coordinate assolute e relative. Cenni sugli algoritmi di base per le trasformazioni: traslazione, rotazione e trasformazione di scala.

I metodi di proiezione: visualizzazione della trasformazione di vista.

Tecniche avanzate di modellazione.

Principi di modellazione solida: *wire frame*, superfici, *solid modeling*.

Il *rendering* e l'eliminazione delle linee nascoste.

Gli standard grafici: IGES, DXF, TIFF, GIF.

Software e algoritmi per l'animazione grafica.

Uso di programmi specifici per la rappresentazione bidimensionale e tridimensionale.

ESERCITAZIONI

Elaborazione di semplici complessivi e particolari di elementi di macchine mediante tecniche di disegno computerizzato (AutoCAD).

Applicazione della unificazione e della normativa alla progettazione industriale per la rappresentazione di:

- Organi di tenuta: convogliamento, regolazione ed intercettazione di fluidi.
- Organi rotanti: designazione e rappresentazione dei cuscinetti
- Trasmissione del moto: giunti, cinghie e ruote dentate.

Quotatura e rappresentazioni orientate alla programmazione CAM manuale o automatica.

BIBLIOGRAFIA

D. Raker, H. Ricc, *AutoCAD 12 : manuale d'uso*, Tecniche Nuove.

S. Tornincasa, *Appunti di disegno tecnico industriale*.

5 295 P Impianti termotecnici

Anno:periodo 3:1

Dopo una introduzione generale di collegamento alla formazione fisico-tecnica, il corso tratta delle principali applicazioni impiantistiche della climatizzazione, sia nel settore civile che nel settore industriale.

La formazione è indirizzata prevalentemente alla verifica e alla gestione. Si articola su lezioni ed esercitazioni tradizionali e su alcune visite a impianti in Mondovì.

PROGRAMMA

Fondamenti di impiantistica termotecnica: scambiatori di calore, reti percorse da fluidi, isolamento termico.

Impianti a combustione: bruciatori, generatori di vapore.

Impianti di cogenerazione: generazione separata e cogenerazione di energia termica ed elettrica. Indice di risparmio.

Impianti frigoriferi: impianti a compressione di vapore, fluidi frigorigeni, cicli reali, componenti, esempi di impianti civili e industriali.

Impianti di climatizzazione. Cenni sul *comfort* termo-igrometrico. Determinazione del fabbisogno energetico di un ambiente. Impianti a tutt'aria: casi estivo e invernale. Impianti di riscaldamento tradizionali. Tipi e componenti principali. Criteri di dimensionamento.

Impianti idrosanitari e smaltimento delle acque reflue.

5 480 P Tecnologia meccanica 2

Anno:periodo 3:1

Il corso ha come finalità sia il completamento del quadro sintetico sulle operazioni tecnologiche tradizionali iniziato nel corso di *Tecnologia meccanica 1*, sia lo studio dei processi di produzione dei manufatti in materiale plastico e delle macchine utensili a controllo numerico. Al termine del corso l'allievo dovrebbe essere in grado di elaborare il ciclo di fabbricazione di un particolare, scegliendo processi e macchinari adatti. Sono previste lezioni, esercitazioni sia in aula che nel laboratorio informatico e visite ad industrie.

PROGRAMMA

Lavorazioni per asportazione di materiale. Processi per il taglio delle ruote dentate; elettroerosione.

Metodi di giunzione. Saldatura ad arco in aria ed in atmosfera controllata; saldatura per resistenza; saldatura ad attrito; saldatura con fascio elettronico e con laser, incollaggi.

Macchine utensili a controllo numerico. Principali tipologie; componenti tipici: strutture, guide e slitte, mandrini, servomotori, trasduttori di misura, unità di governo. Metodi di programmazione.

Materie plastiche. Cenni sui principali processi tecnologici sulla produzione dei manufatti in materiale plastico.

Prototipazione rapida. Cenni sui principali processi per la produzione dei prototipi.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni verteranno su:

- esemplificazione di cicli di fabbricazione;
- programmazione assistita delle macchine utensili a controllo numerico;
- simulazione dello stampaggio ad iniezione delle materie plastiche.

BIBLIOGRAFIA

Giusti, Santochi, *Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione*, Ambrosiana.
 Kalpakjan, *Manufacturing engineering and technology*, Addison Wesley.
 Bartorelli, *Controllo numerico e automazione*, Stammer.

5 470 P Tecnologia dei materiali metallici

Anno:periodo 3:1

Dopo una breve introduzione dedicata al consolidamento delle conoscenze di base di scienza dei materiali, il corso si concentrerà sulle informazioni di base concernenti le proprietà meccaniche e le caratteristiche tecnologiche dei materiali metallici di impiego comune nell'ingegneria meccanica. I concetti illustrati sono indispensabili sia per una comprensione adeguata dei processi di fabbricazione, sia per una efficiente gestione dei materiali all'interno delle officine di produzione.

PROGRAMMA

Richiami sui diagrammi di stato di interesse metallurgico.

Caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali: resistenza a snervamento ed a trazione, allungamento a rottura, resilienza e tenacità.

Il ferro e le leghe ferrose. Il sistema stabile e metastabile Fe-C; ghise e acciai; elementi di siderurgia, fonderia e sinterizzazione.

Trattamenti termici degli acciai e delle ghise; trattamenti termici e termochimici superficiali.

Acciai comuni e speciali: criteri di selezione e caratteristiche di impiego.

Ghise di corrente produzione industriale: criteri di selezione e caratteristiche di impiego.

Leghe di alluminio per fonderia e per deformazione plastica.

Il rame e le sue leghe. Ottoni e bronzi.

ESERCITAZIONI

Verranno illustrate in aula ed in laboratorio le tecniche standardizzate di prova sui materiali metallici. Lo scopo è quello di fornire un approccio conoscitivo visuale e quantitativo alla misura delle caratteristiche dei metalli.

BIBLIOGRAFIA

A. Burdese, *Manuale di metallurgia*, UTET, Torino, 1992.

L.H. Van Vlack, *Tecnologia dei materiali*, Mondadori, 1976.

G. Ubertalli, *Dispense al corso di Tecnologia dei materiali metallici*.

5 145 P Elementi costruttivi delle macchine

Anno:periodo 3:1

Il modulo intende fornire una formazione di base nel settore della costruzione di macchine, illustrando i concetti fondamentali per i calcoli di verifica e progetto degli organi delle macchine con particolare riferimento ai problemi di maggiore interesse per la più ordinaria attività dell'ingegnere meccanico diplomato.

PROGRAMMA

Fatica ed effetto di intaglio, calcoli di verifica dei cuscinetti a rotolamento.

Ruote dentate ed evolvente di cerchio; studio geometrico ed impostazione dei calcoli di resistenza.

Dischi rotanti, tubi spessi e collegamenti forzati.

Verifica dei collegamenti albero – mozzo con linguette e scanalati; procedimenti di verifica dei collegamenti con bulloni e cenni sul calcolo delle saldature.

Molle di flessione e torsione, e sistemi di molle.

Cenni sulle trasmissioni con flessibili, giunti, innesti e freni.

Cenni su velocità critiche flessionali ed oscillazioni torsionali.

ESERCITAZIONI

Applicazioni numeriche sugli argomenti indicati nel programma di lezioni.

BIBLIOGRAFIA. Appunti dalle lezioni del corso.

5 013 P Automazione a fluido

Anno:periodo 3:1

Scopo del corso è fornire la conoscenza dei diversi sistemi di automazione a fluido attualmente utilizzati e le basi per la scelta ottimale dei componenti. Vengono presentati e descritti i principali componenti pneumatici e oleodinamici, evidenziando caratteristiche operative e prestazioni ottenibili. Vengono anche fornite nozioni sulla gestione e sul controllo dei sistemi di automazione a fluido, di tipo sequenziale e combinatorio, con elementi pneumologici e con controllori logici programmabili.

PROGRAMMA

Caratteristiche dei sistemi pneumatici, fluidici, oleodinamici e relativi campi di impiego; unità di misura e strumentazione.

Attuatori pneumatici e relative valvole di comando e di regolazione; elementi pneumologici, micropneumatici e fluidici.

Caratteristiche operative dei componenti pneumatici, progetto dei circuiti e criteri di scelta di valvole e cilindri.

Attuatori oleodinamici lineari e rotativi e relative valvole di comando e di regolazione; valvole proporzionali e servovalvole.

Caratteristiche operative dei componenti oleodinamici e prestazioni; criteri di scelta e di progetto dei circuiti oleodinamici.

Sensori e trasduttori usati nei sistemi a fluido industriali.

Tecniche di controllo digitale: sequenziatori, contatori, controllori programmabili (PLC).

Diagrammi funzionali: movimenti – fasi, *grafcet*, *gemma*.

Trattamento dell'aria nei sistemi pneumatici e relativi problemi di utilizzo pratico.

ESERCITAZIONI

Nel corso delle esercitazioni vengono analizzati i differenti componenti della automazione a fluido e vengono montati circuiti al fine di valutare sperimentalmente il funzionamento sia dei singoli dispositivi, sia dei circuiti completi. Oltre alle esercitazioni pratiche di laboratorio, sono effettuate esercitazioni a calcolatore utilizzando programmi di calcolo e simulazione dei circuiti a fluido.

BIBLIOGRAFIA

G. Belforte, *Pneumatica*, Tecniche Nuove, Milano, 1992.

G. Belforte, N. D'Alfio, *Applicazioni e prove dell'automazione a fluido*, Giorgio, Torino, 1992.

D. Bouteille, G. Belforte, *Automazione flessibile elettropneumatica e pneumatica*, Tecniche Nuove, Milano 1992.

5 260 P **Gestione aziendale**

Anno: periodo 3:2

Il corso ha una duplice finalità: da una parte fornire agli allievi una serie di conoscenze di base riguardanti le strutture aziendali e gli aspetti di economia e gestione dell'impresa e del mercato, dall'altra familiarizzare l'allievo con le tecniche di gestione operativa dell'impresa, con particolare riguardo ai costi di produzione ed alle moderne tematiche della qualità in azienda.

Il corso comprenderà lezioni, esercitazioni, eventuali visite di istruzione e seminari.

PROGRAMMA

Introduzione all'impresa.

L'impresa e l'imprenditore, classificazione delle attività economiche, le società di persone e le società di capitali, il finanziamento del capitale proprio ed a lungo termine delle imprese, il credito commerciale diretto, il credito bancario, i mercati.

Strutture organizzative ed architetture funzionali e decisionali: interazione tra ambiente e struttura organizzativa, supporti per la pianificazione, forme organizzative e criteri di valutazione.

Approvvigionamento, produzione e distribuzione.

L'approvvigionamento nell'azienda, la sua pianificazione, la gestione dei materiali, gli acquisti, la formazione ed il controllo delle scorte, il *planning* dei fabbisogni di materiali, cenni su logistica e distribuzione.

I costi di produzione.

Il costo di produzione ed i suoi elementi, analisi dei costi, la funzione di costo e la sua derivata, determinazione dei costi di produzione e loro classificazione, principi di contabilità industriale, analisi del valore, il controllo di gestione.

La valutazione degli investimenti.

I flussi di cassa ed i loro componenti, criterio di equivalenza finanziaria, metodologie per la valutazione degli investimenti, caratteristiche e limiti delle diverse metodologie, gli ammortamenti.

La qualità e la normativa attuale.

Definizione di qualità, la qualità totale, la certificazione, la normativa attuale e le ISO 9000, la misura delle qualità nei beni e nei servizi, metodi statistici e piani di campionamento, i costi della qualità.

Il bilancio di esercizio.

Cenni sul bilancio e sulla sua riclassificazione, indicatori di bilancio e loro utilizzo ai fini gestionali.

BIBLIOGRAFIA

G. Bellandi, *Economia e gestione dell'impresa*, UTET, 1993.

5 290 P **Impianti industriali**

Anno: periodo 3:2

Scopo del corso: far conoscere i principali problemi attinenti agli impianti industriali, con i quali gli ingegneri meccanici verranno a contatto durante la loro attività professionale e fornire i criteri di progettazione e gestione degli impianti stessi.

PROGRAMMA

Criteri di progettazione degli impianti industriali.

La disposizione dei macchinari e dei reparti.

I trasporti interni ed i magazzini industriali.

Impianti generali di distribuzione dell'acqua, dell'aria compressa e degli altri servomezzi occorrenti negli stabilimenti industriali.

Impianti di trattamento e ricircolo delle acque primarie e di scarico.

Trattamento dei fanghi e dei rifiuti solidi.

Impianti di aspirazione e filtrazione delle polluzioni atmosferiche.

ESERCITAZIONI. Progettazione di massima di un impianto industriale, applicando gli argomenti svolti a lezione.

BIBLIOGRAFIA

A. Monte, *Elementi di impianti industriali*, Cortina, Torino, e, in generale, la bibliografia ivi riportata.

Corso di diploma universitario in **Ingegneria delle telecomunicazioni** (Sede di Aosta)

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

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

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

Pertanto al futuro ingegnere diplomato vengono impartiti corsi fondamentali di matematica, di fisica e di chimica, ponendo l'accento più sugli aspetti operativi e strumentali che non sull'apparato concettuale. Lo stesso spirito informa i corsi di elettronica, di elettrotecnica, di informatica, di campi elettromagnetici, nei quali è riservato ampio spazio all'attività di laboratorio. Rispetto al corrispondente corso di laurea, la cultura di base viene impartita non nella prospettiva di fornire gli strumenti per fare avanzare un settore disciplinare, ma di provvedere le basi per applicare nella professione, in modo immediato, le conoscenze tecnologiche più avanzate del momento. Per gli stessi motivi, l'insieme delle conoscenze impartite ha un carattere settoriale, specifico dell'ambito applicativo nel quale il diplomato dovrà prestare la propria attività. Viene perciò favorita la possibilità di completare la formazione con una attività finale di tirocinio presso industrie, laboratori ed enti esterni operanti nella produzione, nella sperimentazione e nei servizi di telecomunicazione.

La figura di ingegnere che ne risulta è pertanto adatta ad un impiego immediato sul mercato del lavoro. La flessibilità di apprendimento acquisita lo garantisce contro una rapida usura professionale, oggi inevitabile in chi non sia disposto, o non abbia i mezzi concettuali, per un continuo aggiornamento. In prospettiva, la figura dell'ingegnere diplomato dovrebbe diventare l'asse portante dell'ingegneria di industria, riservandosi ai laureati solo quelle attività che richiedano una cultura scientifica ampia ed approfondita, diretta più allo sviluppo delle tecnologie del futuro che alla gestione delle risorse presenti.

Tirocinio

È concepito come momento nel quale lo studente affronta una problematica o un'attività specifica e può esercitare e mettere a frutto il complesso di nozioni e metodi acquisiti nel corso degli studi. In aggiunta, componente essenziale del tirocinio è il confronto con le realtà industriali e produttive dell'azienda, utile al diplomato sia come esperienza tecnica sia per un più agevole inserimento nel mondo del lavoro.

Tenendo conto che la figura dell'ingegnere diplomato è in linea di massima quella del tecnico applicativo dell'industria manifatturiera – rispetto a quella del tecnico esecutivo propria del perito o di quella del progettista / innovatore propria dell'ingegnere laureato – la tipologia del tirocinio potrà essere quella di un'attività di partecipazione / supporto in un gruppo attivo nella produzione, caratterizzazione, collaudo, controllo di qualità, sviluppo di documentazione, ecc.

La durata del tirocinio è di quattro mesi circa, nel periodo metà maggio – fine settembre dell'ultimo anno di corso. Al termine del tirocinio il diplomando redigerà un rapporto sull'attività svolta che potrà essere valutato come relazione finale di diploma.

Lo studente durante il tirocinio fruisce della copertura assicurativa prevista dal Politecnico. In alcuni casi, ma non sempre, le industrie ed i laboratori ospitanti concedono un premio finale che consente la copertura di buona parte delle spese vive sostenute dallo studente a causa della permanenza fuori sede.

Il naturale proseguimento degli studi, per il diplomato universitario in Ingegneria delle telecomunicazioni che non intenda inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il corso di laurea in Ingegneria delle telecomunicazioni.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

I moduli contrassegnati con una stessa lettera (a sinistra della sigla) sono accorpati ai fini dell'esame.

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

Corso propedeutico

- A 2 335 F: Matematica 1
- A 2 340 F: Matematica 2
- B 2 245 F: Fondamenti di informatica 1
- B 2 250 F: Fondamenti di informatica 2
- 2 065 F: Chimica

- 1:2 C 2 040 F: Calcolo numerico
- C 2 355 F: Metodi matematici per l'ingegneria
- D 2 215 F: Fisica
- D 2 460 F: Struttura della materia
- E 2 200 F: Elettrotecnica 1
- E 2 205 F: Elettrotecnica 2

- 2:1 F 2 515 F: Teoria dei fenomeni aleatori
- F 2 520 F: Teoria dei segnali
- G 2 155 F: Elettronica applicata
- G 2 170 F: Elettronica dei sistemi digitali
- 2 375 F: Misure su sistemi di trasmissione e telemisure

- 2:2 H 2 055 F: Campi elettromagnetici 1
- H 2 365 F: Microonde
- I 2 090 F: Comunicazioni elettriche
- I 2 140 F: Elaborazione numerica dei segnali
- 2 175 F: Elettronica delle telecomunicazioni

- 3:1 2 095 F: Controlli automatici
- 2 005 F: Antenne
- L 2 410 F: Reti di telecomunicazione
- L 2 075 F: Commutazione
- 2 445 F: Sistemi informativi

- 3:2 2 110 F: Costi di produzione e gestione aziendale
- 2 435 F: Sistemi di telecomunicazione
- Tirocinio I*
- Tirocinio II*

Programmi degli insegnamenti

I programmi sono riportati nell'ordine con cui i corsi sono elencati nel precedente quadro riassuntivo (ordine cronologico di anno e periodo didattico).

Corso propedeutico

Omogeneizzazione del linguaggio matematico di base, ripasso delle nozioni di base di algebra e di geometria analitica, comprensione del concetto di funzione, conoscenza delle funzioni elementari, capacità di tracciare grafici di funzioni elementari e di sottoporli alle trasformazioni fondamentali (traslazioni, simmetrie, dilatazioni, ...), capacità di interpretare geometricamente (oltre che di risolvere algebricamente) equazioni, disequazioni e sistemi.

Richiami su logica e insiemi.

Richiami di geometria analitica.

Il concetto di funzione. Grafici delle funzioni elementari: retta, parabola, iperbole. Trasformazioni del piano e grafici.

Complementi di geometria analitica: coniche e trasformazioni del piano.

Equazioni, disequazioni e sistemi algebrici: soluzione algebrica e interpretazione geometrica.

Funzioni esponenziali.

Elementi di trigonometria e funzioni trigonometriche.

Funzione composta e funzione inversa. Logaritmo e funzioni trigonometriche inverse.

Equazioni e disequazioni esponenziali, logaritmiche e trigonometriche.

Numeri complessi.

Polinomi.

ESERCITAZIONI. Esercitazioni al calcolatore sulla grafica di funzioni elementari.

2 335 F **Matematica 1**

Anno:periodo 1:1

Il corso studia i concetti di base del calcolo delle funzioni di una variabile. Intende mettere gli studenti in grado di utilizzare limiti, derivate, integrali e sviluppi di Taylor in semplici problemi anche applicativi.

PROGRAMMA

Limiti e continuità.

Derivabilità e calcolo di derivate.

Proprietà delle funzioni continue e derivabili in un intervallo.

Ordini di infinito e di infinitesimo. Sviluppi di Taylor.

Studio di funzioni e problemi di massimo e minimo.

Integrale indefinito e definito. Applicazioni degli integrali e calcolo di aree. Integrali impropri.

LABORATORI. Studio e rappresentazione grafica di funzioni per mezzo di MATLAB.

BIBLIOGRAFIA

R.A. Adams, *Calcolo differenziale 1*, Ambrosiana, Milano, 1993.

2 340 F **Matematica 2**

Anno:periodo 1:1

Il corso intende mettere gli studenti in grado di utilizzare i principali strumenti dell'algebra lineare e del calcolo differenziale ed integrale in più variabili.

PROGRAMMA

Algebra lineare: vettori, matrici e relative operazioni; soluzione di sistemi lineari.

Numeri complessi.

Funzioni di più variabili: calcolo differenziale, integrali multipli.

Geometria analitica e differenziale nel piano e nello spazio.

LABORATORI

Uso di MATLAB per calcoli con vettori e matrici; rappresentazione grafica di funzioni di due variabili.

BIBLIOGRAFIA

R.A. Adams, *Calcolo differenziale 2*, Ambrosiana, Milano, 1993.

2 245 F **Fondamenti di informatica 1**

Anno:periodo 1:1

Il corso, congiuntamente a quello di *Fondamenti di informatica 2*, intende fornire i fondamenti dell'informatica sia sotto l'aspetto dell'organizzazione del calcolatore che della sua programmazione. Particolare importanza viene data all'uso del *personal computer* in ambiente DOS, all'analisi e alla programmazione in linguaggio C di problemi semplici, ma significativi.

PROGRAMMA

Concetti di base dell'informatica: il calcolatore e la sua programmazione, rappresentazione dell'informazione negli elaboratori, aritmetica degli elaboratori in virgola fissa e mobile (cenni).

Logica di Boole e circuiti logici.

Struttura dell'elaboratore.

Sistema operativo MS-DOS.

Software di base per lo sviluppo di programmi.

Programmazione strutturata: dalle specifiche ai *flow chart* strutturati.

Il linguaggio C (prima parte).

LABORATORI

È previsto obbligatoriamente un uso intensivo del laboratorio *Software* (presso il centro di calcolo) al fine di raggiungere gli scopi del corso.

È auspicabile l'uso facoltativo supplementare dei *personal computer* per la risoluzione dei problemi proposti dal docente e per la realizzazione consuntiva del lavoro.

BIBLIOGRAFIA

Bishop, *L'informatica. Vol. 1.*, Jackson, 1992.

B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, *Linguaggio C*, Jackson, 1993.

Appunti del corso a cura del docente.

Copie di esercizi risolti e da risolvere.

Cassette video preregistrate su alcune parti del programma.

2 250 F Fondamenti di informatica 2

Anno:periodo 1:1

Il corso, congiuntamente a quello di *Fondamenti di informatica 1*, intende fornire i fondamenti dell'informatica sia sotto l'aspetto dell'organizzazione del calcolatore che della sua programmazione. Particolare importanza viene data all'uso del *personal computer* in ambiente DOS, all'analisi e alla programmazione in linguaggio C di problemi anche complessi, e allo studio degli algoritmi più comuni.

PROGRAMMA

Architettura e cenni di funzionamento del microprocessore 8086.

Cenni di linguaggio macchina e di *assembler*.

Programmazione in linguaggio C (seconda parte)

Definizione avanzata di variabili, tipi di dato e funzioni.

Direttive di compilazione.

Modalità di operazioni di ingresso e uscita da *file*: binario e orientato a carattere. Strutture dati statiche e dinamiche (vettori, liste, alberi) e algoritmi fondamentali (ricerca, inserimento, cancellazione).

Cenni di programmazione recursiva e applicazione a strutture dati di tipo lista e albero.

Algoritmi di ordinamento su strutture dati sia statiche che dinamiche.

LABORATORI

È previsto obbligatoriamente un uso intensivo del laboratorio *Software* (presso il Centro di calcolo) al fine di raggiungere gli scopi del corso.

È auspicabile l'uso facoltativo supplementare dei *personal computer* per la risoluzione dei problemi proposti dal docente e per la realizzazione consuntiva del lavoro.

BIBLIOGRAFIA

Bishop, *L'informatica. Vol. 1.*, Jackson, 1992.

B.W. Kerninghan, D.M. Ritchie, *Linguaggio C*, Jackson, 1993.

Appunti del corso a cura del docente.

Copie di esercizi risolti e da risolvere.

Cassette video preregistrate su alcune parti del programma.

2 065 F Chimica

Anno:periodo 1:1

PROGRAMMA

Le leggi ponderali e volumetriche della chimica. Concetto di grammoatomo e grammomolecola. Concetto di mole e numero di Avogadro. Significato quantitativo delle formule chimiche e delle equazioni di reazione. Teoria atomica.

Struttura elettronica degli atomi. L'atomo di idrogeno. Numeri quantici dell'elettrone: *n, l, ml, ms*. Struttura elettronica di atomi a più elettroni: numero massimo di elettroni per ciascun guscio atomico principale; dimensione atomica; configurazione elettronica degli elementi. Struttura elettronica e reattività: gas nobili, elementi elettropositivi ed elettronegativi; elettronegatività.

Tipi di legami atomici molecolari. Legame ionico: caratteri generali; forze interioniche per una coppia di ioni; energie interioniche per una coppia di ioni; impacchettamento di ioni in solidi ionici: numero di coordinazione, neutralità elettrica ed energie di legame in solidi ionici. Legame covalente, teorie VB e VSEPR; la molecola di idrogeno; il legame covalente in altre molecole biatomiche o mononucleari ed eteronucleari: legami

semplici, doppie tripli; legame covalente polare; il legame covalente in molecole contenenti carbonio; geometria elettronica e molecolare di alcune molecole semplici; concetto di risonanza. Legame metallico: caratteri generali del modello a bande.

Legami secondari. Dipoli fluttuanti, dipoli permanenti, legame a idrogeno. Legami misti: legame misto ionico-covalente e frazione di carattere ionico; legame misto metallico-covalente; legame misto metallico-ionico.

Sistemi chimico-fisici e stati di aggregazione della materia.

- Stato gassoso: leggi dei gas, teoria cinetica, gas ideali e gas reali.
- Stato liquido: tensione di vapore; composizione delle soluzioni: proprietà colligative delle soluzioni di non-elettroliti.
- Stato solido: reticolo cristallino e cella elementare; soluzioni solide; difetti reticolari.
- Correlazione fra configurazione elettronica, legame chimico, microstruttura e proprietà: conduttori, isolanti, semiconduttori intrinseci ed estrinseci di tipo N e tipo P.

Termochimica e termodinamica chimica. Variazione di energia interna, di entalpia, di entropia e di energia libera. Legge di Hess; energie di legame; ciclo di Born-Haber.

Cinetica chimica. Definizione di velocità di reazione; teoria delle collisioni; fattori che influiscono sulla velocità di reazione: concentrazione dei reagenti, temperatura, energia di attivazione.

Equilibri chimici. Concetti di base; equilibri omogenei ed eterogenei; costanti di equilibrio K_p e K_c . Principio dell'equilibrio mobile; relazione tra G_0 e costante di equilibrio. Equilibri in soluzione: acidi e basi; autoionizzazione dell'acqua e K_w ; forza degli acidi e delle basi; scale di pH; idrolisi; prodotto di solubilità.

Elettrochimica. Potenziali standard di elettrodo e potenziali standard di riduzione; equazione di Nernst; relazione tra E_0 cell, G_0 e K ; elettrolisi e leggi di Faraday. Corrosione. Pila Leclanché e pila alcaline; accumulatori al Pb, pila Ni-Cd, pila a combustibile H_2/O_2 .

Chimica organica. Cenni su idrocarburi e principali gruppi funzionali; fenomeni di polimerizzazione: resine termoplastiche e termoindurenti.

2 040 F Calcolo numerico

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Equazioni differenziali ordinarie: aspetti analitici.

Nozioni introduttive. Equazioni a variabili separabili. Equazioni omogenee. Equazioni lineari e di Bernoulli. Equazioni $dU = 0$. Fattore integrante. Famiglie di curve piane. Traiettorie ortogonali. Risoluzione in forma parametrica.

Aritmetica del calcolatore.

Brevi richiami a sistemi di numerazione. Conversioni di base. Rappresentazione dei numeri interi e frazionari. Virgola fissa.

Floating point.

E-macchina teorico ed algoritmo di calcolo. Condizionamento. Stabilità. Cancellazione numerica.

Sistemi lineari ed autovalori.

Brevi richiami e definizioni: matrici, autovalori, autovettori. Norme di vettore e di matrice, raggio spettrale, teorema di Gershgorin. Metodo di eliminazione di Gauss, tecniche con *pivot* e *scaling*, tecniche di fattorizzazione LU, la matrice inversa, raffinamento iterativo, sistemi con matrici complesse, matrici mal condizionate, metodo QR (cenni), metodo di Jacobi, metodo di Gauss-Seidel, metodo delle potenze, metodo delle potenze inverse, ricerca di autovalore di cui si conosca un valore approssimato, riduzione alla forma tridiagonale, riflettori di Householder.

Interpolazione ed approssimazione.

Interpolazioni polinomiali, di Newton, di Lagrange, convergenza. Interpolazione trigonometriche. Trasformazioni. Interpolazioni polinomiali a tratti. *Spline*. Metodo dei minimi quadrati.

Equazioni non lineari.

La separazione delle radici, il condizionamento del problema. Ordine di convergenza, metodi di bisezione, *regula falsi*, delle secanti, delle tangenti (Newton-Raphson), di Muller e di Newton modificato per convergenza di ordine superiore. I *test* di convergenza e la tolleranza

Integrazione numerica.

Metodi elementari, metodi Newton-Cotes. Trapezi, Simpson. Formule gaussiane di quadratura. Valutazione dell'errore $R_n(f)$. *Routines* automatiche.

Equazioni differenziali ordinarie: aspetti numerici.

Generalità e problemi con valori iniziali, metodi *one step*. Eulero, Runge Kutta (1,2,4), metodi *multi step*. Previsore-correttore PCm. Convergenza e stabilità.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni presso il laboratorio richiedono allo studente di risolvere semplici problemi riguardanti gli argomenti visti in aula con l'uso di strumenti predisposti per il calcolo numerico. In particolare lo studente farà uso di MATLAB per costruire programmi e procedure per ognuno dei capitoli che formano la struttura del corso.

BIBLIOGRAFIA

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

2 355 F Metodi matematici per l'ingegneria

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Successioni e serie numeriche reali.

Numeri complessi e operazioni sui numeri complessi.

Funzioni di variabile complessa: funzioni polinomiali, funzioni razionali, funzioni trascendenti: esponenziali, seno, coseno, funzioni iperboliche.

Derivazione in senso complesso: funzioni olomorfe e relazioni di Cauchy-Riemann.

Integrazione in campo complesso. Teorema di Cauchy, formule integrali di Cauchy.

Successioni e serie in campo complesso. Serie di potenze. Cenno alle serie di funzioni e ai vari concetti di convergenza.

Sviluppi di Taylor. Sviluppi di Laurent. Classificazione delle singolarità e calcolo dei residui. Teorema dei residui e applicazioni.

Trasformata di Laplace. Definizione ed esempi. Proprietà della trasformata di Laplace. Convoluzione.

Antitrasformata di Laplace. Applicazione alle equazioni differenziali.

Trasformata di Fourier. Definizione, proprietà e applicazioni.

Cenno alle distribuzioni.

BIBLIOGRAFIA

Appunti forniti dal docente.

Materiale tratto dai volumi della serie Schaum.

2 215 F Fisica

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Concetto di misura fisica ed analisi dell'errore.

Principi fisici della meccanica dei corpi puntiformi e leggi di conservazione dell'energia e della quantità di moto. Forze conservative e dissipative.

Leggi fondamentali dell'elettromagnetismo nel vuoto e nella materia e loro compendio nelle equazioni di Maxwell.

Concetto di onda e studio delle proprietà dell'onda elettromagnetica.

BIBLIOGRAFIA

D. Halliday, R. Resnick, *Fondamenti di fisica* (vol. unico), Ambrosiana.

R. Resnick, D. Halliday, Krane, *Fisica 1 e Fisica 2*, Ambrosiana.

2 460 F Struttura della materia

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Proprietà fondamentali delle onde elettromagnetiche e loro propagazione nei materiali: risposta in frequenza.

Aspetti corpuscolari dell'onda elettromagnetica. Dualismo onda – particella.

Applicazione delle leggi della meccanica quantistica allo studio del moto elettronico unidimensionale. Buca di potenziale a pareti infinite.

Cenni di fisica dei materiali: principio di Pauli, energia di Fermi.

Classificazione dei solidi in isolanti, conduttori e semiconduttori; introduzione alle proprietà di trasporto.

LABORATORI

Misure di indice di rifrazione con il metodo del prisma. Misure di lunghezza d'onda con reticoli di diffrazione. Misure di luce polarizzata.

BIBLIOGRAFIA

D. Halliday, R. Resnick, *Fondamenti di fisica* (vol. unico), Ambrosiana.

R. Resnick, D. Halliday, Krane, *Fisica 1 e Fisica 2*, Ambrosiana.

2 200 F Elettrotecnica 1

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Circuiti resistivi.

Introduzione. Legge di Ohm. Legge delle tensioni. Legge delle correnti. Resistori in serie. Resistori in parallelo. Divisione di tensione. Divisione di corrente. Reti a scala resistive. Equazioni ai nodi.

I teoremi fondamentali sulle reti elettriche.

Introduzione. Sovrapposizione. Teoremi di Thévenin e Norton. Applicazioni dei circuiti equivalenti di Thévenin e Norton. Massimo trasferimento di potenza. Trasformazione stella – triangolo e triangolo – stella.

Segnali.

Introduzione. La funzione a gradino unitaria. La funzione impulsiva unitaria. La funzione esponenziale. La sinusoidale. Forme d'onda periodiche. Altri tipi di segnali.

Elementi accumulatori di energia.

Introduzione. Condensatore. Induttore. Induttori accoppiati.

Sistemi del 1. ordine.

Introduzione. Risposta libera di un sistema del 1. ordine. Condizioni iniziali. Risposta completa di un sistema del 1. ordine. Risposte di un sistema del 1. ordine allo stato zero e all'ingresso zero. Risposte al gradino ed all'impulso unitario. Risposta completa per integrazione diretta.

Sistemi del 2. ordine.

Introduzione. Risposta libera: caso sovrasmorzato. Risposta libera: caso sottosmorzato. Risposta libera: caso critico. La geometria del piano p . Risposta completa. Risposta allo stato zero e all'ingresso zero. Risposta al gradino ed all'impulso unitari. Convoluzione. Potenza istantanea.

LABORATORI

Laboratorio di misure. Rilievo di caratteristiche di bipoli. Divisore di tensione resistivo. Massimo trasferimento di potenza. Forme d'onda rettangolari e triangolari. Risposta al gradino di circuiti RC. Risposta al gradino di circuiti RLC.

Laboratorio informatico. Uso di PSPICE per la soluzione dei problemi studiati in esercitazioni e nel laboratorio di misure.

BIBLIOGRAFIA

D.E. Scott, *An introduction to circuit analysis*, Singapore, McGraw-Hill, 1987.

2 205 F Elettrotecnica 2

Anno:periodo 1:2

PROGRAMMA

Sistemi del secondo ordine.

Introduzione. Risposta naturale: caso sovrasmorzato, caso sottosmorzato, caso critico. La geometria del piano p . Risposte complete di sistemi di ordine superiore. Due casi speciali. Risposte allo stato zero e all'ingresso zero. Risposte al gradino unitario e all'impulso unitario. Convoluzione. Potenza istantanea. Conclusione.

Amplificatori operazionali.

Introduzione. Amplificatori. Integratore-derivatore. Considerazioni pratiche. Diagrammi a blocchi. Simulazione. Conclusione.

Sistemi con ingressi sinusoidali.

Introduzione. Numeri complessi. Fasori. Sistemi lineari con ingressi sinusoidali. Impedenza e ammettenza sinusoidale. Luoghi di immettenza. Potenza nei sistemi con eccitazione sinusoidale. Conclusione.

Sistemi con ingressi esponenziali complessi.

Introduzione. Uso degli esponenziali complessi. Funzioni di trasferimento. Poli e zeri. Valutazione grafica di una funzione di trasferimento. Q e larghezza di banda. Diagrammi di Bode. Conclusione.

Dueporte.

Introduzione. Impedenze a vuoto. Ammettenze in corto circuito. Parametri ibridi. Parametri di trasmissione. Collegamenti dei dueporte.

LABORATORI

Laboratorio di misure. Risposta al gradino di circuiti RLC, adattamento energetico in CA. Risposte di circuiti del primo e secondo ordine a eccitazioni periodiche non sinusoidali.

Laboratorio informatico. Uso di PSPICE per la soluzione di problemi studiati in esercitazioni e in laboratori di misure.

BIBLIOGRAFIA

D.E. Scott, *An introduction to circuit analysis : a system approach*, McGraw-Hill, New York, 1987.

2 515 F Teoria dei fenomeni aleatori

Anno:periodo 2:1

Questo modulo si propone di fornire le metodologie legate al calcolo delle probabilità e alla teoria delle variabili casuali indispensabili per l'analisi ed il progetto dei sistemi di telecomunicazioni.

PROGRAMMA

Modelli probabilistici nelle telecomunicazioni

Modelli matematici di supporto all'analisi e al progetto. Modelli deterministici e modelli probabilistici. Regolarità statistica. Frequenza relativa. Costruzione del modello probabilistico. Esempi tratti dalle comunicazioni numeriche.

Concetti di base della teoria della probabilità

Specificazione di un esperimento casuale: spazio campione, eventi. Gli assiomi della probabilità. Il calcolo della probabilità con i metodi di conteggio. Probabilità condizionata. Il teorema di Bayes. Indipendenza statistica. Esperimenti sequenziali: esperimenti indipendenti e dipendenti. Il canale di comunicazione discreto. Leggi di probabilità: binomiale e geometrica.

Variabili casuali

Il concetto di variabile casuale. La funzione distribuzione cumulativa.

La funzione densità di probabilità.

Variabili casuali discrete, continue e miste. Esempi di variabili casuali.

Discrete: Bernoulli, binomiale, geometrica, Poisson.

Continue: uniforme, esponenziale, gaussiana, Laplace.

Funzioni di variabile casuale. Il valor medio di una variabile casuale. La varianza di una variabile casuale. Media di funzioni di variabile casuale. Coppie di variabili casuali.

Il teorema del limite centrale.

BIBLIOGRAFIA

S. Benedetto, E. Biglieri, *Teoria della probabilità e variabili casuali*, Boringhieri.

A. Leon Garcia, *Probability and random processes*, Addison-Wesley.

2 520 F Teoria dei segnali

Anno:periodo 2:1

Il corso si propone di fornire gli strumenti essenziali per lo studio e l'analisi dei segnali che si incontrano nelle comunicazioni, sia analogiche che numeriche.

PROGRAMMA

Teoria dei segnali determinati a energia e potenza media finita; spettri di ampiezza, di energia e di potenza.

Sistemi lineari; risposta all'impulso e convoluzione; funzione di trasferimento; condizioni di fisica realizzabilità.

Richiami sul teorema del campionamento; criterio di Nyquist; larghezza di banda di un segnale.

Processi aleatori gaussiani: funzione di autocorrelazione; analisi spettrale; rumore bianco e rumore filtrato.

Modello di canale di comunicazione; sorgenti di rumore negli apparati e nei canali fisici di comunicazione; modello dal rumore gaussiano bianco additivo.

I segnali modulati di ampiezza.

Cenni sui processi markoviani.

LABORATORI. Simulazione di segnali e sistemi lineari e non. Il filtraggio numerico. La simulazione utilizza il *package* TOPSIM.

BIBLIOGRAFIA

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

A. Leon Garcia, *Probability and random processes*, Addison-Wesley.

2 155 F Elettronica applicata

Anno:periodo 2:1

PROGRAMMA

Concetti di base sulla teoria dei circuiti attivi. Dispositivi non lineari. Polarizzazione e piccolo segnale. Parametri del comportamento linearizzato.

Diodi a giunzione. I circuiti più diffusamente usati con diodi: raddrizzatore con singola e doppia semionda, rivelatore di cresta, duplicatore di tensione.

Il diodo Zener: teoria e principali applicazioni; circuiti limitatori, alimentatore a ponte di diodi, filtro capacitivo e stabilizzatore a diodo Zener.

Transistore bipolare. Caratteristiche di uscita di un transistore. Funzionamento del transistore bipolare in zona lineare attiva. Transistore come elemento lineare in grado di amplificare un segnale elettrico.

I principali circuiti per la polarizzazione di un transistore. Metodi per ricerca del punto di riposo di un transistore.

Il circuito equivalente di piccolo segnale per il transistore: circuito a parametri ibridi e circuiti di Giacometti per l'analisi del comportamento in frequenza di circuiti a transistori, effetto Miller dovuto alla capacità base collettore. Transistore a effetto di campo: polarizzazione e modellizzazione per piccolo segnale.

Risposta in frequenza di un amplificatore a transistori e uno o più diodi.

L'amplificatore operazionale ideale. Circuiti con amplificatori operazionali sommatore invertente e non invertente, sommatore, differenziatore, circuiti a più stadi con amplificatori operazionali, raddrizzatore di precisione a singola e doppia semionda.

BIBLIOGRAFIA

Floyd, *Electronic devices*, 3. ed., Merrill.

2 170 F Elettronica dei sistemi digitali

Anno:periodo 2:1

PROGRAMMA

Circuiti combinatori.

Transistor MOS, famiglie CMOS, TTL, ECL, *wired-or*, *wired-and*.

Sistemi di numerazione, algebra booleana, funzioni logiche.

Sintesi a *nand/nor*, criteri di minimizzazione, *threestate*.

Circuiti *ex-or*, codici BCD, controllo di parità, codice Gray.

Decoder, *multiplexer*, *half-adder*, *full-adder*, ALU.

Dispositivi programmabili (PAL, PLD, FPGA), memorie RAM e ROM.

Circuiti sequenziali.

Bistabilità, *set - reset*, antirimbalzo.

Ritardi, circuiti sincroni, *master - slave*, *flip-flop* D, J-K, T.

Contatori *ripple-carry*, contatori sincroni, divisori.

Macchine a stati finiti, contatori BCD, *shift registers*, *latch*.

Bus e *multiplexing* di *display*, contatori con *reset* sincrono.

Timer 555, *Sonar*. Frequenzimetro, convertitore A/D a rampa.

Cenni all'architettura di *microcomputer* 8088.

ESERCITAZIONI.

Realizzazione di un *decoder* con comando di *threestate*, utilizzando circuiti MSI.

Realizzazione di un sommatore BCD utilizzando *multiplexer* e *decoder*.

Realizzazione e misura di un contatore sincrono e analisi sperimentale del comportamento di uno *shift-register*.

Realizzazione di un frequenzimetro digitale con *display* delle uscite.

BIBLIOGRAFIA.

P. Horowitz, *The art of electronics*, Cambridge Univ. Press.

T.L. Floyd, *Digital fundamentals*, Merril MacMillan.

B. Riccò, F. Brambilla, F. Fantini, *Introduzione ai circuiti integrati digitali*, Zanichelli.

M. Bellafemina, A. Sargenti, M. Tamburini, *Corso di elettronica digitale integrata : teoria e applicazioni*, Zanichelli.

2 375 F Misure su sistemi di trasmissione e telemisure

Anno:periodo 2:1

PROGRAMMA

Incertezze di misura e loro propagazione nelle misure indirette.

Oscilloscopio. Schema a blocchi e comandi fondamentali. Strumenti a doppia traccia e a doppia base tempi. Sonde compensate.

Misure di tensione, corrente e resistenza. Voltmetri analogici e digitali. Voltmetri in alternata a valore efficace, medio e di picco.

Generatori di segnali a sfasamento, a ponte di Wien, a battimenti. Generatore di funzioni. Sintetizzatori ad aggancio di fase (PPL) e ad accumulo di fase (NCO).

Contatori di frequenza, di periodo e di intervallo di tempo. Contatori per alte frequenze a eterodina, con oscillatore di trasferimento e con *prescaler*.

Definizioni e metodi di misura della distorsione.

Strumenti basati sulla supereterodina. Voltmetri selettivo e vettoriale. Analizzatore d'onda. Analizzatore di spettro e sua applicazione per misure di campo elettromagnetico. Misure di potenza con ponte bolometrico. Comportamento e modelli del risonatore. Misure sui risonatori.

LABORATORI

Uso dell'oscilloscopio e dei generatori di segnali.

Misure di tensione, tempo, *duty cycle* e fase. Misure di tensione e corrente in regime continuo. Misure indirette di potenza e resistenza. Misure di tensione alternata, anche con forme d'onda arbitrarie, con vari tipi di strumenti.

Uso del contatore di frequenza. Misure di frequenza, tempo e fase.

Misure di potenza con ponte bolometrico.

Comportamento e modelli del risonatore. Misure dei parametri di un risonatore.

2 055 F Campi elettromagnetici 1

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

Richiami.

Richiami di fisica ed elettrotecnica. Caratteristiche dei materiali. Elaborazione sui vettori. Fasori.

Linee.

Equazione delle linee, da modello circuitale, nel dominio del tempo e della frequenza. Impedenza caratteristica, tensione, corrente e impedenza lungo la linea. Adattamento (coeff. di riflessione), onde stazionarie; perdite; etc.. Carta di Smith. Discontinuità in linea. Linee nel dominio del tempo. Velocità di gruppo. Distorsione.

Onde e campi.

Operatori differenziali ed equazione di Maxwell, nel dominio del tempo e della frequenza. Rappresentazione dei campi con notazione complessa. Proprietà generali dei campi elettromagnetici, teorema di Poynting. Condizioni al contorno. Onde piane come soluzione dell'equazione d'onda; polarizzazione.

LABORATORI

Le esercitazioni di calcolo sono fatte usando ZMA-TCH. Carta di Smith. Linee di trasmissione.

BIBLIOGRAFIA

S. Ramo, J.R. Whinnery, T. Van Duzer, *Campi e onde nell'elettronica per le comunicazioni*, Angeli, 1977.

F. Canavero, I. Montrosset, R. Orta, *Linee di trasmissione*, Levrotto & Bella, 1990.

G. Vecchi, P. Savi, *Campi elettromagnetici : temi d'esame svolti*, CLUT, 1994.

2 365 F Microonde

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

Circuiti e componenti.

Rappresentazione dei circuiti (concentrati e distribuiti) mediante parametri *scattering* e loro utilizzazione. Riflessioni multiple, etc.. Componenti semplici.

Propagazione in mezzi materiali.

Equivalenza tra onda piana e linee di trasmissione.

Riflessione, rifrazione e trasmissione. Coefficiente di riflessione.

Propagazione sotto l'angolo limite: onda evanescente.

Onde nei metalli; effetto pelle, schermi metallici.

Guide d'onda.

Guide d'onda metalliche e dielettriche, in base ad una visione per raggi integrata con una visione per onde piane in strutture planari.

Condizioni di monomodalità. Esempi vari di guide; discontinuità in guida: iride.

Componenti semplici in guida.

Guide dielettriche planari: relazione di dispersione. Cenni alle fibre ottiche: esempi, materiali, caratteristiche.

LABORATORI

Esercitazioni sperimentali semplici su banco a microonde in guida. Caratterizzazione di un oscillatore a diodo Gunn. Misura di impedenza con linea a fessura. Misura dei parametri *scattering* con linea a fessura.

Esercitazioni sperimentali semplici su banco in microstriscia. Caratterizzazione di un VCO. Misura dei parametri di un circolatore.

BIBLIOGRAFIA

S. Ramo, J.R. Whinnery, T. Van Duzer, *Campi e onde nell'elettronica per le comunicazioni*, Angeli, 1977.

F. Canavero, I. Montrosset, R. Orta, *Linee di trasmissione*, Levrotto & Bella, 1990.

G. Vecchi, P. Savi, *Campi elettromagnetici : temi d'esame svolti*, CLUT, 1994.

2 090 F Comunicazioni elettriche

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

Aspetti generali ed economici sul ruolo delle telecomunicazioni.

Modellizzazione del canale di trasmissione.

Modulazioni analogiche di ampiezza.

Segnale analitico e involuppo complesso. Modello del rumore gaussiano additivo a banda stretta. Modulazioni di ampiezza a doppia banda laterale e a banda laterale unica. Circuiti per la modulazione e la demodulazione. Calcolo dello spettro e del rapporto segnale / rumore.

Modulazioni analogiche di fase e frequenza.

Modulazioni angolari di tipo NBFM e WBFM e calcolo della larghezza di banda. Circuiti per la modulazione e la demodulazione di frequenza. Il rumore nelle modulazioni angolari e calcolo del rapporto segnale / rumore.

Modulazioni digitali.

Vantaggi e svantaggi. Similitudini con le modulazioni analogiche. Modulazione binaria e multilivello. Criteri per la misura delle prestazioni: probabilità di errore, occupazione di banda, costi. Calcolo dello spettro di potenza per modulazioni lineari senza memoria con e senza correlazione fra i dati di ingresso. Schema generale del ricevitore e ricevitore ottimo basato sul filtro adattato. Analisi dettagliata degli schemi di modulazione binari in banda base e banda traslata (calcolo della probabilità di errore e dello spettro di potenza).

Multiplazione a divisione di tempo, frequenza e codice.

LABORATORI

Studio di schemi di modulazione e demodulazione di ampiezza per trasmissione analogica (con e senza soppressione di portante). Costruzione e analisi di modulatori di am-

piezza per modulazioni a doppia banda laterale con e senza soppressione di portante: modulatore bilanciato e modulatore *gated*. Costruzione e analisi di un demodulatore di frequenza a discriminatore. Analisi delle caratteristiche di un VCO (oscillatore controllato in tensione) e suo uso come modulatore di frequenza di tipo NBFM, WBFM ed FSK. Analisi delle caratteristiche di un anello ad aggancio di fase (PLL) e suo uso come demodulatore per modulazioni di ampiezza a doppia banda laterale e senza soppressione di portante e per modulazioni FSK. Studio di schemi di demodulazione coerente mediante l'uso di un anello ad aggancio di fase.

BIBLIOGRAFIA

Leon W. Couch, *Digital and analog communication systems*, MacMillan, New York, 1990.

2 140 F Elaborazione numerica dei segnali

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

Strumenti matematici per l'elaborazione numerica dei segnali

Segnali a tempo discreto. Convoluzione discreta. Trasformata z . Trasformata di Fourier discreta.

Progetto di filtri numerici

Progetto di filtri IIR ottenuti come trasformata bilineare di filtri analogici. Progetto di filtri FIR col metodo di Remez.

Uso della FFT per la stima di spettri analogici.

Stima di spettri a righe. Stima di spettri continui.

Cenni sulla simulazione numerica.

LABORATORI

Con l'utilizzo di MATLAB si svolgono le seguenti esercitazioni: Filtraggio per mezzo della FFT. Progetto di filtri numerici di tipo Butterworth. Filtraggio di un segnale con rumore. Stima di spettri a righe usando l'FFT. Stima di spettri continui usando l'FFT. Con l'utilizzo del sistema educativo TIMS: Generazione di forme d'onda e filtraggio.

BIBLIOGRAFIA

L. Lo Presti, F. Neri, *L'analisi dei segnali*, 2. ed., CLUT.

2 175 F Elettronica delle telecomunicazioni

Anno:periodo 2:2

PROGRAMMA

Richiami sugli amplificatori operazionali.

Reazione positiva e negativa, stabilità in frequenza.

Generatori di segnali ed oscillatori sinusoidali.

Filtri attivi.

Conversione A/D, D/A.

Alimentatori stabilizzati.

Oscillatori agganciati in fase (PLL).

LABORATORI

Misure su circuiti con amplificatori operazionali.

Misure su filtri attivi fino al quarto ordine.

Sistema completo di acquisizione e conversione A/D,D/A.

Misure su circuiti con PLL.

BIBLIOGRAFIA

T.L. Floyd, *Electronic devices*, Maxwell Mac Millan Int.

D. Del Corso, *Elettronica per telecomunicazioni*, Levrotto & Bella, Torino.

2 095 F Controlli automatici

Anno:periodo 3:1

Il corso intende fornire allo studente metodologie e strumenti per l'analisi e il progetto dei processi e dei dispositivi dei sistemi di controllo (attuatori, trasduttori, controllori, condizionatori di segnale, ecc.). Il corso fa particolare riferimento ai sistemi dinamici continui a un comando e a un'uscita.

PROGRAMMA*Introduzione.*

Esempi di sistemi di controllo. Il problema del controllo e sua esistenza. Definizione di controllo automatico; sistemi di controllo in catena aperta e chiusa; entità componenti un sistema di controllo in catena chiusa.

Modellistica.

Caratterizzazione dei sistemi e dei modelli. Il problema della modellistica e dell'approssimazione. Sistemi e modelli continui nel dominio del tempo. Definizione di stato; rappresentazione in variabili di stato (vs). Uso della trasformata di Laplace nella costruzione di modelli nel dominio della frequenza complessa s . Definizione di funzione di trasferimento (fdt); zeri, poli, guadagno. Stabilità. Criterio di Routh. Linearizzazione.

Analisi nei domini del tempo e della frequenza.

Risposta nel tempo. Risposta in frequenza e diagrammi di Bode. Controllo con retroazione dall'uscita; inseguimento e regolazione. Criterio di Nyquist per l'analisi della stabilità in catena chiusa; criterio di Bode. Carta e diagramma di Nichols. Margini di stabilità.

Specifiche.

Le specifiche tecniche di controllo; specifiche di precisione. Relazioni tra specifiche in catena chiusa e specifiche in catena aperta. Specifiche di sensitività; specifiche di attività sul comando; relazioni tra specifiche in catena chiusa nel dominio del tempo e specifiche in catena aperta nel dominio della frequenza.

Progetto.

Controllo in catena chiusa con retroazione proporzionale sugli stati. Progetto di compensatori con reti derivate e integrative a singolarità reali. Verifiche. Sistemi a dati campionati. Variabili e sistemi discreti. Modelli per sistemi discreti. Stabilità dei sistemi discreti.

Campionamento e teorema del campionamento.

Equivalente discreto di un sistema continuo campionato. Caratteristiche della risposta in frequenza di un sistema discreto. Controllo digitale di un processo continuo.

LABORATORI

Esercizi e casi di studio relativi agli argomenti trattati nelle lezioni. Uso del *personal computer* con programmi di progetto assistito. Esercitazioni in laboratorio sperimentale: controllo analogico e/o digitale di processo reali (motore in CC, pendolo inverso su carrello, levitatore magnetico).

BIBLIOGRAFIA

Franklin, Powell [et al.], *Feedback control of dynamic systems*, Addison Wesley, 1986.
Isidori, *Sistemi di controllo*, Siderea, 1986.

2 005 F Antenne

Anno:periodo 3:1

PROGRAMMA

Richiami di geometria: vettori, sistema riferimento sferico.

Irradiazione da sorgenti elementari.

Antenne a filo.

Guadagno, polarizzazione.

L'antenna come elemento di sistema: parametri.

Equazione della trasmissione.

Antenne ad apertura e a riflettore.

Schiere di antenne.

Cenni di propagazione terrestre.

LABORATORI

Informatico: analisi di antenne filari.

Sperimentale: misure di diagrammi di irradiazione, polarizzazione e banda su varie antenne di uso pratico.

BIBLIOGRAFIA

M. Orefice, *Antenne*, Torino, 1994.

2 410 F Reti di telecomunicazione

Anno:periodo 3:1

PROGRAMMA

Introduzione alla rete telefonica.

Introduzione alla commutazione di circuito.

Cenni sui sistemi di trasmissione analogici e numerici (PCM).

Introduzione alla commutazione numerica.

Segnalazione associata nella rete analogica e numerica.

Rete telefonica gerarchica: struttura, numerazione, instradamenti.

Fondamenti di trasmissione dati: modem, modulazione.

Dati commutati a pacchetto: livello 2 (HDLC) e livello 3 (X.25).

Struttura, funzioni e servizi della rete Itapac.

Segnalazione a canale comune CCITT n. 7: MTP e TUP.

Rete telefonica numerica basata su SGU ed SGT.

ISDN.

Rete intelligente: struttura, servizi e protocolli.

Radiomobile GSM: struttura, interfacciamento, funzionamento.

LABORATORI

Visita agli impianti SIP di Aosta centro: commutazione telefonica elettromeccanica e numerica, *multiplex* trasmissivi su coassiale e fibra ottica, concentratore Mtapac X.25.

BIBLIOGRAFIA

Cecconelli e Tomassini, *Trasmissione dell'informazione*, Calderini, Bologna, 1993.

2 075 F Commutazione

Anno:periodo 3:1

PROGRAMMA

Struttura di un sistema di commutazione digitale.

Le reti di connessione a circuito: divisione di spazio e di tempo.

Le reti di connessione a pacchetto ed autoinstradanti.

Il sistema di controllo di un commutatore.

Aspetti di ridondanza e tolleranza ai guasti.

L'architettura software dei sistemi di commutazione.

I linguaggi di specifica del *software*: il caso SDL.

Sistemi di commutazione a circuito nella rete italiana.

Alcatel 1240, Ericsson AXE, Italtel UT.

Principi di ingegneria del traffico e criteri di dimensionamento.

Principi ed architettura di base dei commutatori di pacchetto.

Le reti dati ad alta velocità: Metropolitan Area Network.

La commutazione a larga banda in tecnica ATM.

Sistemi di commutazione ATM.

LABORATORI

Principi di funzionamento di un analizzatore di stati logici.

Analisi di un sistema di commutazione TDM con l'analizzatore logico.

BIBLIOGRAFIA.

Vengono fornite dispense e copie del materiale usato per le lezioni.

2 445 F Sistemi informativi

Anno:periodo 3:1

Il corso intende introdurre gli allievi ingegneri in telecomunicazioni alla conoscenza all'uso e alla progettazione di apparecchiature elettroniche per telecomunicazioni utilizzando la tecnologia e l'architettura dei moderni microprocessori per elaborazione di segnali (DSP). A livello di programmazione viene utilizzato un linguaggio a basso livello (*assembler*) in modo da evidenziare il più possibile le varie funzionalità dell'architettura.

REQUISITI. Conoscenze di elaborazione numerica dei segnali e della trasmissione numerica dei dati.

PROGRAMMA

Concetti generali sull'architettura dei processori (in particolare 8086) e alla classe dei DSP in virgola fissa e mobile (in particolare ADSP-2101). Cenni di linguaggio macchina e *assembler* per 8086. Ripasso dell'aritmetica in virgola fissa. Il *set* di istruzioni dell'ADSP-2101. Il linguaggio *assembler*.

Gli strumenti per lo sviluppo dei sistemi. Il sistema di sviluppo *software*: assemblatore. *Linkage editor*. Simulatore. Configuratore di sistema e compilatore C. Memorie e periferiche in sistemi basati su ADSP-2101. Le interruzioni.

Un esempio di sistema di elaborazione basato sull'ADSP-2101: il *kit* EZ-LAB.

Il sistema di sviluppo *hardware*: L'emulatore di microprocessore in tempo reale EZ-ICE.

Progetti ed esperimenti di laboratorio di crescente complessità utilizzando gli strumenti di sviluppo: acquisizione da convertitore A/D. Semplice elaborazione e uscita su convertitore D/A. Realizzazione di filtri digitali di tipo FIR e IIR. Analisi spettrale utilizzando la DFT e la FFT. Generazione di forme d'onda.

Applicazioni alla trasmissione numerica dei dati: progetto di alcune parti di un sistema di trasmissione e ricezione (modem). Cenni di elaborazione digitale del segnale vocale (LPC). Cenni al microprocessore ADSP 21020 in virgola mobile e ai suoi strumenti di sviluppo. Applicazioni.

LABORATORI

È previsto obbligatoriamente un uso intensivo del laboratorio di Elaborazione digitale dei segnali (DSP) presso il centro di calcolo, oltre a una o due esercitazioni presso il laboratorio *hardware* sull'utilizzo dell'oscilloscopio e altri strumenti di misura. È auspicabile l'uso facoltativo supplementare del laboratorio di DSP per la realizzazione di progetti assegnati agli allievi durante il corso.

BIBLIOGRAFIA

V.K. Ingle, J.G. Prakis, *Digital signal processing laboratory using the ADSP-2101 microcomputer*, Analog Devices e Prentice Hall, 1991.

Manuali dell'ADSP-2101.

Manuali del sistema di sviluppo *hw* e *sw* per l'ADSP-2101.

Copie dei lucidi usati dal docente a lezione ed esercitazioni.

Copie e *file* di esercizi risolti e da risolvere.

Schemi elettrici di sistemi reali.

2 110 F Costi di produzione e gestione aziendale

Anno:periodo 3:2

PROGRAMMA

Introduzione all'impresa. Strutture organizzative ed architetture funzionali. Pianificazione e controllo della produzione. Approvvigionamento dei materiali e logiche MRP. Approccio *Just In Time* ed organizzazioni logistiche. Il sistema qualità in azienda e la normativa attuale. Il TPM, *total productive maintenance*. Approccio al *job design*, misurazione del lavoro e gli *standard*, passaggi per uno studio di campionatura del lavoro. Modelli di gestione dei magazzini. Analisi dei costi di produzione. Analisi degli investimenti. Cenni di analisi di bilancio mediante indicatori.

BIBLIOGRAFIA

G. Bellandi, *Economia e gestione dell'impresa*, UTET, 1993.

M. Calderini, E. Paolucci, T. Valletti, *Economia ed organizzazione aziendale : esercizi*, UTET, 1994.

2 435 F Sistemi di telecomunicazione

Anno:periodo 3:2

PROGRAMMA

Schemi di modulazione digitale

Cenni riepilogativi sulle modulazioni digitali di ampiezza, fase, frequenza e sulle modulazioni miste di ampiezza / fase.

Codifica differenziale.

Modulazioni OQPSK ed MSK.

Confronto delle prestazioni in termini di probabilità di errore, efficienza nell'uso della banda, rapporto segnale su disturbo e complessità.

Analisi dei possibili compromessi ed esempi di scelta dei parametri sulla base dei vincoli di progetto.

Ricevitori adattativi ed equalizzazione di canale

Definizione del modello di riferimento.

Identificazione adattativa del canale mediante algoritmo del gradiente e algoritmo del gradiente stocastico.

Equalizzatore con linea di ritardo a prese: minimizzazione dell'errore quadratico medio e della distorsione di picco.

Cenni su possibili schemi alternativi.

Sincronizzazione di portante e di temporizzazione

Introduzione generale al problema della sincronizzazione nelle telecomunicazioni.

Schema di principio e funzione di trasferimento di un PLL.

Analisi delle caratteristiche dei PLL in funzione dei parametri circuitali ed in particolare in funzione del filtro d'anello.

Analisi dettagliata ed esempi di PLL di ordine 1 e 2.

Analisi lineare del funzionamento dei PLL in presenza di rumore.

Definizione dei parametri di aggancio e *tracking* e accenni al fenomeno del *cycle slip*.

Cenni di teoria dei codici

Codici a blocco: codici a ripetizione, a controllo di parità, di Hamming.

Cenni di sistemi con ritrasmissione.

Cenni sui codici convoluzionali.

Esame delle curve di prestazioni.

LABORATORI

Studio di schemi di demodulazione coerente mediante l'uso di un anello ad aggancio di fase.

Misura delle caratteristiche di un VCO (oscillatore controllato in tensione). Costruzione e misura delle caratteristiche di un comparatore di fase sequenziale e di uno a moltiplicatore.

Progetto di un anello ad aggancio di fase e suo uso per il recupero di portante, per la demodulazione di una modulazione FSK binaria e di una modulazione di ampiezza senza soppressione di portante.

Studio di schemi di modulazione e demodulazione di tipo QPSK.

Costruzione di un modulatore ed un demodulatore QPSK.

BIBLIOGRAFIA

S. Benedetto, E. Biglieri, V. Castellani, *Teoria della trasmissione numerica*, Jackson, Milano, 1990.

M. Floyd Gardner, *Phase-locked techniques*, 2nd ed., Wiley, New York, 1979.

Seconda Facoltà di Ingegneria (Vercelli)

Corso di diploma universitario in Ingegneria energetica (Sede di Vercelli)

Il Consiglio della II Facoltà di Ingegneria con sede in Vercelli del Politecnico di Torino ha approvato in data 27.4.1994 l'attivazione del Diploma Universitario in Ingegneria Energetica (DUIEN). La sua attivazione è prevista per l'anno accademico 1995/96.

Profilo professionale

Il diploma universitario in *Ingegneria energetica* ha come obiettivo la formazione di tecnici con preparazione di livello universitario, qualificati anche per svolgere attività di ricerca e per recepire e gestire l'innovazione, adeguandosi all'evoluzione scientifica e tecnologica. Si richiede pertanto una buona preparazione di base, rivolta, però, più agli aspetti applicativi che a quelli teorico-astratti; una buona preparazione ingegneristica a largo spettro, anche se orientata al settore specifico dell'ingegneria energetica; una formazione professionalizzante che addestri all'utilizzo delle conoscenze per la soluzione di problemi pratici.

Il diplomato in *Ingegneria energetica* può trovare collocazione nei settori industriale, civile e dei servizi, e in particolare in:

- aziende produttrici di componenti degli impianti energetici,
- aziende fornitrici del servizio energia,
- comparto dell'approvvigionamento e distribuzione dei combustibili,
- società di ingegneria,
- studi di progettazione edilizia,
- aziende e servizi pubblici,
- aziende ed enti, pubblici e privati, per i quali è richiesta la presenza di responsabili dell'energia ai sensi della legge 9.1.1991, n. 10,
- attività agro-industriali,
- enti di ricerca su fonti energetiche non convenzionali e i problemi ambientali.

Gli insegnamenti

Il corso di diploma ha durata triennale ed afferisce al settore dell'ingegneria industriale. Complessivamente l'attività didattica assistita comprende almeno 2 100 ore organizzate in 30 moduli didattici; di esse, almeno 500 sono di attività pratiche di laboratorio o di tirocinio, svolta all'interno delle strutture universitarie o all'esterno, presso qualificati enti pubblici e privati, italiani e stranieri.

Ogni modulo didattico comprende un'attività didattica assistita (lezioni, esercitazioni, laboratori, etc.) di almeno 50 ore. Per conseguire il diploma universitario occorre aver superato con esito positivo gli esami relativi ai 30 moduli ed aver sostenuto l'esame finale di diploma, consistente in una discussione orale, avente eventualmente per oggetto un elaborato scritto.

Per obbligo generale vigente sul piano nazionale sono stabiliti obbligatori 23 moduli. Di questi,

- nove, collocati al primo anno di corso, comprendono insegnamenti di matematica, fisica, chimica, informatica, economia e servono a creare la cultura di base e le competenze, anche strumentali, comuni a tutti i diplomi universitari in ingegneria;
- sei, nell'ambito della meccanica, energetica, elettrotecnica, sono comuni al settore dell'ingegneria industriale; e
- otto, (nei settori della meccanica, tecnologia, energetica, elettronica e misure) sono specifici del corso di diploma in Ingegneria energetica, ed hanno l'obiettivo di fornire la cultura e le competenze professionali generali di tale corso.

I restanti sette moduli (sempre nei settori della meccanica, tecnologia, energetica, elettronica e misure) sono definiti localmente a seconda delle indicazioni fornite dalla Facoltà e dell'orientamento scelto dallo studente, ed hanno lo scopo di approfondire le competenze di tipo metodologico, tecnico-progettuale, realizzativo e di esercizio. Due di questi moduli potranno essere sostituiti da *stages* formativi presso aziende del settore.

Corsi di diploma universitario a distanza (teledidattica)

I diplomi universitari in Ingegneria a distanza, o teledidattici, sono rilasciati dalle università presso le quali gli allievi si iscrivono e hanno la stessa durata triennale, la stessa articolazione semestrale di trenta moduli didattici e lo stesso valore legale degli altri diplomi universitari. Questi diplomi, rimuovendo ostacoli temporali e logistici, permettono una diffusa fruizione della formazione a livello universitario, favorendo la crescita culturale e professionale di tecnici destinati a operare in settori tecnologici di punta, in grado di rispondere tempestivamente alle esigenze del sistema produttivo.

I corsi di diploma teledidattici sono caratterizzati dalle modalità con cui vengono impartiti gli insegnamenti, con particolare riferimento all'impiego di nuove tecnologie didattiche. Le lezioni vengono diffuse attraverso la televisione e possono quindi essere seguite a casa dagli allievi, sia direttamente, sia videoregistrando i programmi. Esse possono anche essere seguite presso i locali delle università attrezzati per la ricezione; i set di cassette relativi ai singoli corsi sono inoltre duplicabili o acquistabili a prezzi commerciali.

L'attività didattica comporta anche l'effettuazione di esercitazioni. Queste possono in parte essere svolte a casa e in parte presso *poli tecnologici* attivati nelle varie sedi. Nei poli tecnologici gli allievi hanno a disposizione, secondo un calendario comunicato all'inizio di ogni periodo didattico, sia docenti tutori che svolgono attività di consulenza per le diverse discipline, sia le cassette con le videoregistrazioni e altro materiale didattico. Ivi svolgono anche esercitazioni di laboratorio relative ad alcuni insegnamenti, concentrate in un breve periodo dell'anno, e sostengono gli esami di profitto. Le attività presso i poli tecnologici si svolgono anche in orari preserali e il sabato.

Il Consorzio Nettuno

Il Consorzio Nettuno è una struttura promossa dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica con l'obiettivo di gestire la realizzazione di corsi di diploma universitario e la loro diffusione a distanza mediante reti radiotelevisive e telematiche. Hanno aderito al Consorzio tutti i politecnici, numerose università, e realtà estranee al mondo accademico, quali RAI, Confindustria, IRI, SIP, Telespazio. Il Consorzio è articolato in:

- un centro nazionale con funzione di gestione, di coordinamento e di sviluppo dell'iniziativa;
- università erogatrici di diploma, presso le quali hanno luogo l'immatricolazione e la gestione del *curriculum* degli studi degli allievi, la definizione del manifesto degli studi e del calendario delle lezioni e degli esami e lo svolgimento di tutti i compiti affidati dalle leggi alle facoltà;
- poli tecnologici universitari dove sono disponibili docenti e hanno luogo le attività didattiche di laboratorio, tutorato e valutazione;
- centri tecnologici universitari presso i quali ha luogo la produzione e la videoregistrazione dei corsi.

[Non riportiamo qui la dettagliata descrizione dei corsi, al di là dei quadri didattici: ne dà co-munque un'ottima approssimazione quanto associato ai corrispondenti diplomi alle pagine precedenti.]

Corso di diploma universitario teledidattico in Ingegneria elettrica

Il diploma universitario in *Ingegneria elettrica* risponde alla domanda di tecnici dotati di competenze tecniche di base e trasversali, capaci di integrarsi facilmente nell'attività produttiva e dei servizi accanto alla figura professionale dell'ingegnere laureato.

L'area di destinazione è quella che concerne attività teoriche connesse con la produzione, l'utilizzazione o la gestione di apparecchiature o sistemi a contenuti prevalenti elettrici od elettronici, sia nell'ambito di sistemi industriali a diverso grado di automazione, che in aziende di servizi o di reparti a prevalente caratterizzazione energetica.

Il diplomato ingegnere elettrico è un tecnico di elevata preparazione, qualificato per affrontare i problemi tecnico-industriali nell'immediato e con formazione sufficientemente estesa e valida per recepire e utilizzare l'innovazione. È prevalente il concetto di curare al meglio una solida preparazione tecnica in tutti gli ambiti culturali propri del settore elettrico di base e dell'elettronica industriale e di potenza, sviluppando capacità che consentano un rapido adattamento alle più diverse esigenze professionali e ritardino i tempi della possibile obsolescenza.

Il corso di diploma fornisce l'impostazione generale matematica dei fenomeni fisici e delle leggi della chimica, la conoscenza degli strumenti informatici con l'uso concreto di svariati metodi di calcolo, la conoscenza di concetti di economia e di organizzazione applicati ai processi produttivi. Le discipline tecnico-scientifiche sono volte a fornire una buona conoscenza dell'elettrotecnica e dell'elettronica, delle macchine elettriche e dell'elettronica di potenza, degli azionamenti elettrici e dell'energia elettrica, degli impianti elettrici e della sicurezza elettrica e dell'automazione.

La professionalità dell'ingegnere diplomato si potrà esprimere in impieghi quali: progettazione, esercizio e manutenzione degli impianti a contenuto tecnologico elettrico di fabbrica, attività tecniche di esercizio nelle aziende di servizi, progettazione esecutiva di prodotto o di processo, logistica, installazione e collaudo di macchine e sistemi semplici o complessi, direzione e gestione di reparti e linee di produzione, attività di controllo e verifiche tecniche, sicurezza elettrica, attività di promozione, vendita, assistenza tecnica, funzioni di responsabile per sistemi di energia, ecc. L'attività potrà essere svolta sia nel mondo industriale che presso enti pubblici e privati.

L'attività professionale del diplomato ingegnere elettrico sarà comunque rivolta:

- sia ai processi di preparazione, produzione, trasformazione e vendita di materiali e prodotti, inclusa la gestione delle risorse, interloquendo utilmente con i laureati e i tecnici anche di altra area culturale;
- sia nella funzione di raccordo tra la fase di ideazione e la fase di realizzazione dei manufatti e dei sistemi di produzione e di servizi, disponendo dei criteri validi per scelte razionali.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

- 1:1 *(1. anno, 1. periodo didattico)*
9 335 H : Matematica 1
9 340 H : Matematica 2
9 065 H : Chimica
9 125 H : Disegno tecnico industriale
9 150 H : Elementi di informatica
-
- 1:2 9 155 H : Elementi di meccanica razionale
9 220 H : Fisica 1
9 225 H : Fisica 2
9 475 H : Tecnologia meccanica
9 040 H : Calcolo numerico
-
- 2:1 9 200 H : Elettrotecnica 1
9 160 H : Elettronica 1
9 230 H : Fisica tecnica
9 085 H : Comportamento meccanico dei materiali
9 270 H : Fondamenti di meccanica applicata
-
- 2:2 9 440 H : Sistemi energetici
9 330 H : Macchine elettriche
9 205 H : Elettrotecnica 2
9 165 H : Elettronica 2
9 320 H : Materiali per l'energia elettrica
-
- 3:1 9 180 H : Elettronica industriale di potenza 1
9 185 H : Elettronica industriale di potenza 2
9 100 H : Controlli automatici 1
9 105 H : Controlli automatici 2
9 374 H : Misure elettriche ed elettroniche
-
- 3:2 9 015 H : Azionamenti elettrici 1
9 020 H : Azionamenti elettrici 2
9 440 H : Sistemi elettrici per l'energia 1
9 441 H : Sistemi elettrici per l'energia 2
9 110 H : Costi di produzione e gestione aziendale
-

Corso di diploma universitario teledidattico in Ingegneria elettronica

L'elettronica ha rivoluzionato sia il mondo dell'industria che quello dei servizi ed è oggi supporto fondamentale per le più svariate applicazioni, dagli apparati per l'elaborazione delle informazioni e la loro trasmissione a distanza a quelli per il controllo e l'automazione dei processi industriali o per la conversione dell'energia. Per questo il diplomato in ingegneria elettronica dovrà avere una cultura di base sufficientemente ampia e trasversale a tutto il settore dell'ingegneria dell'informazione. Contemporaneamente, lo sviluppo delle tecnologie elettroniche, ottiche e microelettroniche richiede la preparazione di tecnici che posseggano una cultura adeguatamente specializzata.

I diplomati in *Ingegneria elettronica* dovranno essere preparati ad occuparsi della progettazione ed ingegnerizzazione di dispositivi, circuiti ed apparati elettronici, a qualsivoglia applicazione dedicati, della messa a punto ed utilizzo dei relativi strumenti CAD, nonché dello sviluppo e soprattutto della gestione di processi tecnologici per la realizzazione di qualunque prodotto elettronico, dal dispositivo più elementare all'apparato più complesso. Ambiti professionali propri di questo diploma saranno individuabili anche nelle attività di collaudo, gestione della qualità, manutenzione, servizi di misura e taratura.

Il diplomato in *Ingegneria elettronica* potrà essere occupato sia presso industrie che producono beni ad alto contenuto di elettronica (informatica, telecomunicazioni, componenti, automazione industriale, ecc.) sia presso industrie di altri settori, che vedono continuamente aumentare l'impatto dell'elettronica o della strumentazione elettronica nelle attività progettuali, ma anche e soprattutto nella gestione della produzione, nei problemi di collaudo e manutenzione, nelle attività di *marketing* e di assistenza al cliente. Inoltre, potrà trovare collocazione, per l'esercizio di apparati elettronici, negli uffici di acquisto e manutenzione, nelle attività di misura e taratura, negli enti pubblici, in particolare nel Servizio Sanitario Nazionale, nonché nelle società di servizi e nel terziario.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

- 1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)
Corso propedeutico
9 335 L : Matematica 1
9 340 L : Matematica 2
9 245 L : Fondamenti di informatica 1
9 250 L : Fondamenti di informatica 2
9 065 L : Chimica
-
- 1:2
9 040 L : Calcolo numerico
9 355 L : Metodi matematici per l'ingegneria
9 110 L : Costi di produzione e gestione aziendale
9 220 L : Fisica 1
9 225 L : Fisica 2
-
- 2:1
9 030 L : Calcolatori elettronici 1
9 520 L : Teoria dei segnali
9 200 L : Elettrotecnica 1
9 160 L : Elettronica 1
9 165 L : Elettronica 2
-
- 2:2
9 035 L : Calcolatori elettronici 2
9 525 L : Teoria dei sistemi
9 415 L : Reti logiche
9 455 L : Strumentazione elettronica di misura
9 090 L : Comunicazioni elettriche
-
- 3:1
9 490 L : Tecnologie e materiali per l'elettronica
9 375 L : Misure elettroniche
9 095 L : Controlli automatici
9 205 L : Elettrotecnica 2
9 410 L : Reti di telecomunicazione
-
- 3:2
9 010 L : Architetture dei sistemi integrati
9 170 L : Elettronica dei sistemi digitali
9 360 L : Microelettronica
9 050 L : Campi elettromagnetici
9 080 L : Compatibilità elettromagnetica
-

Corso di diploma universitario teledidattico in **Ingegneria informatica e automatica**

Il diplomato in *Ingegneria informatica e automatica* deve essere qualificato per affrontare, nell'area tecnica di competenza, problemi relativi ai servizi e all'industria produttiva disponendo di una buona preparazione nelle discipline scientifiche di base. Tale preparazione, rivolta più agli aspetti applicativi che a quelli teorico-astratti, deve essere accompagnata da una formazione ingegneristica ad ampio spettro e da una formazione professionale nell'area dell'informatica e delle sue applicazioni.

In particolare il diplomato in Ingegneria informatica e automatica dovrà essere qualificato per impostare, sviluppare ed attuare progetti esecutivi di sistemi informatici e di automazione industriale, o loro parti di tecnologia informatica e automatica, da solo o lavorando in gruppo, secondo metodologie ben definite e consolidate. In generale dovrà essere in grado di contribuire alla realizzazione e alla gestione di sistemi informatici e di automazione con varie finalità e in vari contesti di produzione di servizi e di beni. Il ricorso al mezzo teledidattico tiene anche conto della diffusione sul territorio nazionale dei servizi informatici nel settore pubblico.

Negli indirizzi formativi più specificamente informatici si avrà riguardo anche all'ampio spettro di contesti applicativi e alla necessaria diffusione sul territorio nazionale dei servizi informatici nel settore pubblico, oltre che in quello privato. Ciò renderà opportuna la specificazione di indirizzi formativi in sede locale, in relazione agli sbocchi professionali e alle realtà produttive quali si caratterizzano nell'area di riferimento.

Negli indirizzi formativi più specificamente automatici, si terrà conto delle caratteristiche e specificità tecnologiche degli strumenti di misura e di attuazione e controllo, che interfacciano il sistema di elaborazione con l'ambiente in cui si svolgono i processi automatizzati. Si porrà attenzione, inoltre, al ruolo dei modelli per la simulazione e per l'ottimizzazione, che sono ormai necessari anche al livello della progettazione esecutiva dei sistemi di automazione e dei loro componenti di misura, elaborazione, controllo.

La struttura di questo diploma permette anche la specificazione in sede locale di *curricula* orientati alla formazione di una sufficiente capacità progettuale esecutiva in logica, con un ruolo prevalente dei modelli di simulazione e di ottimizzazione.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

- 1:1 *(1. anno, 1. periodo didattico)*
Corso propedeutico
9 335 N : Matematica 1
9 340 N : Matematica 2
9 245 N : Fondamenti di informatica 1
9 250 N : Fondamenti di informatica 2
9 065 N : Chimica
-
- 1:2
9 040 N : Calcolo numerico
9 355 N : Metodi matematici per l'ingegneria
9 255 N : Fondamenti di informatica 3
9 220 N : Fisica 1
9 225 N : Fisica 2
-
- 2:1
9 030 N : Calcolatori elettronici 1
9 520 N : Teoria dei segnali
9 200 N : Elettrotecnica 1
9 160 N : Elettronica 1
9 165 N : Elettronica 2
-
- 2:2
9 035 N : Calcolatori elettronici 2
9 525 N : Teoria dei sistemi
9 415 N : Reti logiche
9 450 N : Sistemi operativi
9 090 N : Comunicazioni elettriche
-
- 3:1
9 399 N : Reti di calcolatori
9 375 N : Misure elettroniche
9 095 N : Controlli automatici
9 305 N : Ingegneria del software
9 410 N : Reti di telecomunicazione
-
- 3:2
9 023 N : Basi di dati
9 097 N : Controllo dei processi
9 036 N : Calcolatori elettronici 3
9 110 N : Costi di produzione e gestione aziendale
9 420 N : Ricerca operativa
-

Corso di diploma universitario teledidattico in **Ingegneria meccanica**

Il diploma in *Ingegneria meccanica* risponde alla domanda di tecnici di livello medio-alto per impiego immediato sul mercato del lavoro, capaci di integrarsi nell'attività produttiva accanto alla figura professionale dell'ingegnere laureato.

L'area di destinazione del diplomato è quella dell'ingegneria meccanica e, più in generale, dell'ingegneria industriale, con notevole diversificazione produttiva, merceologica e gestionale; impone una sicura preparazione di base, rivolta più agli aspetti applicativi che a quelli teorico-astratti, insieme ad ampi contenuti tecnico-applicativi.

Vengono evitate eccessive specializzazioni, che tuttavia trovano spazi didattici sufficienti, e vengono privilegiati gli aspetti di una solida preparazione tecnica in tutti gli ambiti culturali propri della meccanica. Le solide basi e la flessibilità di apprendimento acquisita garantiscono il diplomato ingegnere meccanico contro una rapida obsolescenza e gli permettono di seguire gli sviluppi tecnici per l'intera carriera professionale.

Il corso fornisce l'impostazione generale matematica dei fenomeni fisici, conoscenze di informatica e dell'uso dei calcolatori, dei materiali e dei processi produttivi. Vengono altresì fornite conoscenze tecnico-scientifiche della meccanica dei solidi e dei fluidi, della componentistica e dei sistemi meccanici, delle trasformazioni e del controllo dell'energia, degli impianti di produzione. Presenti anche indispensabili nozioni di controllo.

L'ingegnere diplomato sarà qualificato per svolgere attività di esercizio e di manutenzione di fabbriche, per operare nella progettazione esecutiva di dispositivi e di prodotti meccanici, nella logistica e nell'installazione e collaudo di macchine e sistemi, nella gestione e direzione di linee di produzione, nelle attività di esercizio di aziende di servizio, in attività di controllo e verifiche tecniche, in attività di assistenza tecnica.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

1:1	<i>(1. anno, 1. periodo didattico)</i> 9 335 P : Matematica 1 9 340 P : Matematica 2 9 065 P : Chimica 9 125 P : Disegno tecnico industriale 9 240 P : Fondamenti di informatica
<hr/>	
1:2	9 155 P : Elementi di meccanica razionale 9 220 P : Fisica 1 9 225 P : Fisica 2 9 475 P : Tecnologia meccanica 9 040 P : Calcolo numerico
<hr/>	
2:1	9 235 P : Fluidodinamica applicata 9 190 P : Elettrotecnica 9 230 P : Fisica tecnica 9 085 P : Comportamento meccanico dei materiali 9 260 P : Fondamenti di meccanica applicata
<hr/>	
2:2	9 440 P : Sistemi energetici 9 135 P : Dispositivi e sistemi meccanici 9 330 P : Materiali 9 529 P : Macchine e azionamenti elettrici 9 148 P : Elementi di elettronica applicata e di controlli automatici
<hr/>	
3:1	9 290 P : Impianti industriali 9 470 P : Tecnologia dei materiali metallici 9 325 P : Macchine 9 145 P : Elementi costruttivi delle macchine 9 295 P : Impianti termotecnici
<hr/>	
3:2	9 120 P : Economia e gestione aziendale 9 121 P : Disegno assistito dal calcolatore e impianti meccanici 9 390 P : Misure e strumentazione industriali 9 448 P : Sistemi integrati di produzione 9 395 P : Qualità nei prodotti e nei processi

Corso di diploma universitario teledidattico in Ingegneria delle telecomunicazioni

I sistemi di telecomunicazione hanno subito, in questi anni, una rapida evoluzione per effetto dell'innovazione tecnologica e del relativo trasferimento nella sfera applicativa. Questa evoluzione tocca i sistemi tradizionali, mutandone in modo anche radicale le diverse forme di attuazione, e introduce progressivamente sistemi nuovi, capaci di trasmettere volumi di informazione di ordini di grandezza superiori a quelli esistenti. È naturale che le forze necessarie per gestire l'innovazione, traducendone i concetti sul piano attuativo, siano di gran lunga superiori a quelle richieste per la creazione di concezioni nuove. Ciò è tanto più vero nei paesi che non occupano posizioni di punta nella creazione di tecnologie avanzate, ma che hanno ugualmente raggiunto un livello di sviluppo tale da consentire un uso su ampia scala dei prodotti industriali che da quelle conseguono.

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

Pertanto al futuro ingegnere diplomato vengono impartiti corsi fondamentali di matematica, di fisica e di chimica, ponendo l'accento più sugli aspetti operativi e strumentali che non sull'apparato concettuale. Lo stesso spirito informa i corsi di elettronica, di elettrotecnica, di informatica, di campi elettromagnetici, per i quali è prevista anche attività di laboratorio. La cultura di base viene impartita nella prospettiva di fornire gli strumenti per poter utilizzare nella professione, in modo immediato, le conoscenze tecnologiche più avanzate del momento. Per gli stessi motivi, l'insieme delle conoscenze impartite ha un carattere settoriale specifico dell'ambito applicativo in cui il diplomato dovrà prestare la propria attività.

La figura di diplomato in ingegneria che ne risulta è pertanto adatta ad un impiego immediato sul mercato del lavoro. La flessibilità di apprendimento acquisita lo garantisce contro una rapida usura professionale, oggi inevitabile in chi non sia disposto, o non abbia i mezzi concettuali, per un continuo aggiornamento. In prospettiva, la figura del diplomato in Ingegneria delle telecomunicazioni dovrebbe diventare l'asse portante dell'ingegneria di industria nella gestione delle risorse presenti rese disponibili dalla ricerca scientifica.

Quadro riassuntivo degli insegnamenti

1:1	<i>(1. anno, 1. periodo didattico)</i> 2 335 F : Matematica 1 2 340 F : Matematica 2 2 245 F : Fondamenti di informatica 1 2 250 F : Fondamenti di informatica 2 2 065 F : Chimica
1:2	2 040 F : Calcolo numerico 2 355 F : Metodi matematici per l'ingegneria 2 220 F : Fisica 1 2 225 F : Fisica 2 2 255 F : Fondamenti di informatica 3
2:1	2 520 F : Teoria dei segnali 2 160 F : Elettronica 1 2 165 F : Elettronica 2 2 200 F : Elettrotecnica 1 2 205 F : Elettrotecnica 2
2:2	2 055 F : Campi elettromagnetici 1 2 090 F : Comunicazioni elettriche 2 600 F : Trasmissione numerica 1 2 110 F : Costi di produzione e gestione aziendale 2 175 F : Elettronica per telecomunicazioni
3:1	2 095 F : Controlli automatici 2 060 F : Campi elettromagnetici 2 2 410 F : Reti di telecomunicazione 2 075 F : Commutazione 2 605 F : Trasmissione numerica 2
3:2	2 380 F : Misure su sistemi di trasmissione e telemisure 2 008 F : Antenne e telerilevamento 2 070 F : Circuiti e sistemi a microonde e ottici 2 140 F : Elaborazione numerica dei segnali 2 435 F : Sistemi di telecomunicazione

Indice alfabetico degli insegnamenti

Con sigle mnemoniche di tre lettere indichiamo casi in cui la cui sigla ufficiale non è nota al momento della stampa.

<i>p.</i>	<i>sigla</i>	<i>corso [anno:periodo]</i>
131	0 001 D	Acquedotti e fognature [2:2]
11	AER	Aerodinamica teorica e sperimentale [2:1]
16	AER	Affidabilità e qualità dei sistemi aerospaziali [3:2]
47	CHI	Affidabilità e sicurezza nell'industria di processo [2:1]
184	2 005 F	Antenne [3:1]
109	4 010 L	Architetture dei sistemi integrati [3:2]
164	5 013 P	Automazione a fluido [3:1]
86	1 015 H	Azionamenti elettrici 1 [3:2]
87	1 020 H	Azionamenti elettrici 2 [3:2]
115	4 027 N	Basi di dati [3:1]
100	4 030 L/N	Calcolatori elettronici 1 [2:1]
100	4 035 L/N	Calcolatori elettronici 2 [2:1]
115	4 036 N	Calcolatori elettronici 3 [3:1]
96	4 040 L/N	Calcolo numerico [1:2]
173	2 040 F	Calcolo numerico [1:2]
41	3 045 C	Calcolo numerico + Statistica matematica [1:2]
75	1 045 H/P	Calcolo numerico + Statistica matematica [2:1]
154	5 045 P	Calcolo numerico + Statistica matematica [2:1]
107	4 050 L	Campi elettromagnetici [3:1]
180	2 055 F	Campi elettromagnetici 1 [2:2]
141	0 063 D	Cartografia numerica e catasto [3:2]
22	AMB	Chimica [1:1]
39	3 065 C	Chimica [1:1]
70	1 065 H/P	Chimica [1:1]
95	4 065 L/N	Chimica [1:1]
123	0 065 D	Chimica [1:1]
150	5 065 P	Chimica [1:1]
172	2 065 F	Chimica [1:1]
39	3 070 C	Chimica organica [1:1]
185	2 075 F	Commutazione [3:1]
108	4 080 L	Compatibilità elettromagnetica [3:1]
77	1 085 H/P	Comportamento meccanico dei materiali [2:1]
156	5 085 P	Comportamento meccanico dei materiali [2:1]
181	2 090 F	Comunicazioni elettriche [2:2]
135	0 093 D	Contabilità dei lavori [3:1]
101	4 095 L/N	Controlli automatici [2:1]
183	2 095 F	Controlli automatici [3:1]
84	1 100 H	Controlli automatici 1 [3:1]
85	1 105 H	Controlli automatici 2 [3:1]
13	AER	Controlli automatici ed elementi di elettronica [3:1]
34	AMB	Controlli e misure di cantieri + Sicurezza degli impianti di trattamento [3:2]
32	AMB	Controlli geofisici [3:2]
93	L/N	Corso propedeutico
170	F	Corso propedeutico

<i>p.</i>	<i>sigla</i>	<i>corso [anno:periodo]</i>
109	4 110 L/N	Costi di produzione e gestione aziendale [3:1]
186	2 110 F	Costi di produzione e gestione aziendale [3:2]
137	0 112 D	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti [3:1]
12	0 111 P	Costruzioni aeronautiche [2:2]
139	0 113 D	Costruzioni in acciaio [3:2]
139	0 114 D	Costruzioni in calcestruzzo [3:2]
52	3 115 C	Dinamica e controllo dei processi chimici [3:1]
127	0 117 D	Disegno
161	5 120 P	Disegno assistito dal calcolatore [3:1]
60	EDI	Disegno edile [1:1]
71	1 125 H/P	Disegno tecnico industriale [1:1]
151	5 125 P	Disegno tecnico industriale [1:1]
40	3 130 C	Economia e organizzazione aziendale [1:1]
90	1 130 H	Economia e organizzazione aziendale [3:2]
52	3 135 C	Economia politica [3:1]
182	2 140 F	Elaborazione numerica dei segnali [2:2]
17	AER	Elementi costruttivi dei motori [3:2]
163	5 145 P	Elementi costruttivi delle macchine [3:1]
136	0 147 D	Elementi di analisi e valutazione ambientale
140	0 148 D	Elementi di architettura tecnica [3:2]
64	EDI	Elementi di architettura tecnica 2 [1:2]
65	EDI	Elementi di architettura tecnica 2 [1:2]
63	EDI	Elementi di fisica tecnica [1:2]
28	AMB	Elementi di ingegneria chimica ambientale [2:2]
47	3 150 C	Elementi di meccanica teorica e applicata [2:2]
78	1 150 H/P	Elementi di meccanica teorica e applicata [2:1]
130	0 150 D	Elementi di meccanica teorica e applicata [2:1]
157	5 150 P	Elementi di meccanica teorica e applicata [2:1]
178	2 155 F	Elettronica applicata [2:1]
81	1 160 H	Elettronica applicata 1 [2:2]
101	4 160 L/N	Elettronica applicata 1 [2:1]
82	1 165 H	Elettronica applicata 2 [2:2]
102	4 165 L/N	Elettronica applicata 2 [2:1]
110	4 170 L	Elettronica dei sistemi digitali [3:2]
179	2 170 F	Elettronica dei sistemi digitali [2:1]
182	2 175 F	Elettronica delle telecomunicazioni [2:2]
82	1 180 H	Elettronica industriale di potenza 1 [3:1]
83	1 185 H	Elettronica industriale di potenza 2 [3:1]
75	1 190 H/P	Elettrotecnica [2:1]
113	4 200 N	Elettrotecnica [1:2]
159	5 190 P	Elettrotecnica [2:2]
98	4 200 L	Elettrotecnica 1 [1:2]
175	2 200 F	Elettrotecnica 1 [1:2]
80	1 205 H	Elettrotecnica 2 [2:2]
99	4 205 L	Elettrotecnica 2 [1:2]
176	2 205 F	Elettrotecnica 2 [1:2]
27	AMB	Elettrotecnica e impianti elettrici [2:1]
133	0 206 D	Elettrotecnica e impianti elettrici [3:1]

<i>p.</i>	<i>sigla</i>	<i>corso [anno:periodo]</i>
50	3 195 C	Elettrotecnica e tecnologie elettriche [2:2]
85	1 *** H/P	Equipaggiamenti elettrici delle macchine [3:1]
124	0 208 D	Estimo generale [1:1]
54	3 210 C	Finanza aziendale [3:2]
62	EDI	Fisica [1:2]
97	4 215 L/N	Fisica
175	2 215 F	Fisica [1:2]
23	AMB	Fisica 1 [1:2]
42	3 220 C	Fisica 1 [1:2]
72	1 220 H/P	Fisica 1 [1:2]
125	0 220 D	Fisica 1 [1:2]
152	5 220 P	Fisica 1 [1:25 225 P]
24	AMB	Fisica 2 [1:2]
42	3 225 C	Fisica 2 [1:2]
73	1 225 H/P	Fisica 2 [1:2]
125	0 225 D	Fisica 2 [1:2]
153	5 225 P	Fisica 2 [1:25 225 P]
76	1 190 H/P	Fisica tecnica [2:1]
155	5 230 P	Fisica tecnica [2:1]
29	AMB	Fisica tecnica ambientale [2:2]
27	AMB	Fluidodinamica ambientale [2:1]
14	AER	Fluidodinamica numerica [3:1]
44	3 235 C	Fondamenti di chimica industriale [2:1]
29	AMB	Fondamenti di ecologia applicata [2:2]
25	AMB	Fondamenti di economia per l'ingegneria [1:2] -
61	EDI	Fondamenti di estimo 1 [1:1]
62	EDI	Fondamenti di estimo 2 [1:1]
140	0 237 D	Fondamenti di fotogrammetria [3:2]
128	0 238 D	Fondamenti di idraulica [2:1]
22	AMB	Fondamenti di informatica [1:1]
43	3 240 C	Fondamenti di informatica [1:2]
60	EDI	Fondamenti di informatica [1:1]
71	1 240 H/P	Fondamenti di informatica [1:1]
123	0 240 D	Fondamenti di informatica [1:1]
151	5 240 P	Fondamenti di informatica [1:1]
94	4 245 L/N	Fondamenti di informatica 1 [1:1]
171	2 245 F	Fondamenti di informatica 1 [1:1]
95	4 250 L/N	Fondamenti di informatica 2 [1:1]
172	2 250 F	Fondamenti di informatica 2 [1:1]
113	4 255 N	Fondamenti di informatica 3 [1:2]
30	AMB	Fondamenti di ingegneria sanitaria e ambientale [3:1]
26	AMB	Fondamenti di scienza delle costruzioni [2:1]
129	0 256 D	Fondamenti di scienza delle costruzioni [2:1]
63	EDI	Fondamenti di storia dell'architettura [1:2]
131	0 257 D	Fondamenti di tecnica delle costruzioni [2:2]
61	EDI	Fondamenti e applicazioni di geometria descrittiva [1:1]

<i>p.</i>	<i>sigla</i>	<i>corso [anno:periodo]</i>
135	0 258 D	Geologia applicata [3:1]
133	0 259 D	Geotecnica [3:1]
31	AMB	Geotecnica ambientale [3:1]
165	5 260 P	Gestione aziendale [3:2]
90	1 *** H/P	Gestione industriale della qualità [3:2]
116	4 265 N	Identificazione dei modelli e analisi dei dati [3:2]
26	AMB	Idraulica e controlli idraulici [2:1]
16	AER	Impianti aerospaziali [3:1]
49	3 270 C	Impianti chimici 1 [2:2]
50	3 275 C	Impianti chimici 2 [3:1]
53	CHI	Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti [3:2]
133	0 276 D	Impianti e cantieri viari, sicurezza del lavoro [3:1]
31	AMB	Impianti e sicurezza ambientale [3:1]
85	1 280 H	Impianti elettrici 1 [3:1]
89	1 285 H	Impianti elettrici 2 [3:2]
165	5 290 P	Impianti industriali [3:2]
162	5 295 P	Impianti termotecnici [3:1]
138	0 297 D	Infrastrutture idrauliche [3:2]
132	0 298 D	Infrastrutture viarie [2:2]
51	3 300 C	Ingegneria chimica ambientale [3:1]
116	4 305 N	Ingegneria del software [3:1]
11	0 306 P	Istituzioni di aeronautica [1:2]
21	AMB	Istituzioni di matematiche 1 [1:1]
38	3 310 C	Istituzioni di matematiche 1 [1:1]
59	EDI	Istituzioni di matematiche 1 [1:1]
69	1 310 H/P	Istituzioni di matematiche 1 [1:1]
122	0 310 D	Istituzioni di matematiche 1 [1:1]
149	5 310 P	Istituzioni di matematiche 1 [1:1]
21	AMB	Istituzioni di matematiche 2 [1:1]
38	5 315 C	Istituzioni di matematiche 2 [1:1]
59	EDI	Istituzioni di matematiche 2 [1:1]
69	1 315 H/P	Istituzioni di matematiche 2 [1:1]
122	0 315 D	Istituzioni di matematiche 2 [1:1]
149	5 315 P	Istituzioni di matematiche 2 [1:1]
24	AMB	Istituzioni di matematiche 3 [1:2]
40	3 320 C	Istituzioni di matematiche 3 [1:2]
72	1 320 H/P	Istituzioni di matematiche 3 [1:2]
126	0 320 D	Istituzioni di matematiche 3 [1:2]
152	5 320 P	Istituzioni di matematiche 3 [1:2]
51	3 325 C	Macchine [3:1]
158	5 325 P	Macchine [2:2]
132	0 332 D	Macchine e sistemi energetici [3:1]
79	1 330 H/P	Macchine elettriche [2:2]
159	5 160 P	Macchine elettriche [2:2]
93	4 335 L/N	Matematica 1 [1:1]
170	2 335 F	Matematica 1 [1:1]
94	4 340 L/N	Matematica 2 [1:1]
171	2 340 F	Matematica 2 [1:1]

<i>p.</i>	<i>sigla</i>	<i>corso [anno:periodo]</i>
48	3 345 C	Meccanica applicata alle macchine [2:2]
160	5 345 P	Meccanica applicata alle macchine [2:2]
155	5 350 P	Meccanica dei fluidi [2:1]
30	AMB	Meccanica dei fluidi sotterranei [3:1]
14	0 352 P	Meccanica del volo spaziale e sistemi spaziali [3:1]
97	4 355 L/N	Metodi matematici per l'ingegneria [1:2]
174	2 355 F	Metodi matematici per l'ingegneria [1:2]
107	4 360 L	Microelettronica [3:1]
180	2 365 F	Microonde [2:2]
33	AMB	Misure e controlli idrologici + Misure e controlli geotecnici [3:2]
34	AMB	Misure e prove idrogeologiche applicative + Geochemica ambientale [3:2]
88	1 370 H	Misure elettriche [3:2]
105	4 375 L/N	Misure elettroniche [2:2]
179	2 375 F	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure [2:1]
12	0 381 P	Motori per aeromobili [2:2]
44	3 385 C	Principi di ingegneria chimica 1 [2:1]
48	3 390 C	Principi di ingegneria chimica 2 [2:2]
46	CHI	Principi di ingegneria chimica ambientale [2:1]
24	AMB	Probabilità e statistica [1:2]
127	0 392 D	Probabilità e statistica [1:2]
49	3 395 C	Processi industriali della chimica fine [2:2]
15	AER	Progettazione aerospaziale assistita dal calcolatore [3:1]
13	AER	Propulsione spaziale [2:2]
114	4 400 N	Reti di calcolatori [3:1]
110	4 410 L/N	Reti di telecomunicazione [3:2]
184	2 410 F	Reti di telecomunicazione [3:1]
104	4 415 L/N	Reti logiche [2:2]
117	4 420 N	Ricerca operativa [3:2]
141	0 422 D	Rilevamento geofisico [3:2]
27	AMB	Rilevamento geologico-tecnico [2:2]
43	3 425 C	Scienza delle costruzioni [2:1]
143	0 428 D	Sistemazioni idrauliche [3:2]
187	2 435 F	Sistemi di telecomunicazione [3:2]
32	AMB	Sistemi di telecontrollo ambientale [3:1]
143	0 437 D	Sistemi di trasporto [3:2]
78	1 440 H/P	Sistemi energetici [2:2]
157	5 440 P	Sistemi energetici [2:2]
185	2 445 F	Sistemi informativi [3:1]
114	4 450 N	Sistemi operativi [2:2]
104	4 455 L	Strumentazione elettronica di misura [2:2]
55	CHI	Strumentazione industriale chimica [3:1]
97	4 460 L/N	Struttura della materia [1:2]
175	2 460 F	Struttura della materia [1:2]
15	AER	Strutture aerospaziali [3:1]

<i>p.</i>	<i>sigla</i>	<i>corso [anno:periodo]</i>
28	AMB	Tecnica degli scavi e dei sondaggi [2:2]
138	0 461 D	Tecnica delle costruzioni 2 [3:1]
129	0 462 D	Tecnica ed economia dei trasporti [2:1]
132	0 463 D	Tecniche costruttive delle opere di trattamento delle acque [2:2]
23	AMB	Tecniche della rappresentazione [1:1]
128	0 464 D	Tecniche della rappresentazione [2:1]
126	0 465 D	Tecnologia dei materiali e
45	3 465 C	Tecnologia dei materiali e chimica applicata [2:1]
64	EDI	Tecnologia dei materiali e chimica applicata [1:2]
74	1 465 H/P	Tecnologia dei materiali e chimica applicata [1:2]
154	5 465 P	Tecnologia dei materiali e chimica applicata [1:2]
163	5 470 P	Tecnologia dei materiali metallici [3:1]
84	1 *** H/P	Tecnologia delle materie plastiche [3:1]
88	1 *** H/P	Tecnologia di lavorazione delle materie plastiche [3:2]
74	1 475 H/P	Tecnologia meccanica [1:2]
153	5 475 P	Tecnologia meccanica 1 [1:2]
162	5 480 P	Tecnologia meccanica 2 [3:1]
17	AER	Tecnologie aeronautiche [3:2]
53	3 485 C	Tecnologie chimiche speciali [3:1]
106	4 490 L	Tecnologie e materiali per l'elettronica [3:1]
45	3 495 C	Tecnologie industriali 1 [2:1]
46	3 500 C	Tecnologie industriali 2 [2:1]
55	3 505 C	Tecnologie industriali 3 [3:2]
64	EDI	Tecnologie per l'igiene edilizia e ambientale [1:2]
142	0 511 D	Telerilevamento ambientale [3:2]
33	AMB	Telerilevamento e fotointerpretazione [3:2]
177	2 515 F	Teoria dei fenomeni aleatori [2:1]
102	4 520 L/N	Teoria dei segnali [2:2]
178	2 520 F	Teoria dei segnali [2:1]
100	4 525 L/N	Teoria dei sistemi [2:1]
143	0 526 D	Teoria e tecnica della circolazione [3:2]
134	0 529 D	Topografia 2 [3:1]
25	AMB	Topografia generale [2:1]
130	0 528 D	Topografia generale [2:2]
103	4 530 L/N	Trasmissione numerica [2:2]
137	0 532 D	Trattamento delle osservazioni [3:1]