

## COSTRUZIONE DI MACCHINE PER L'INDUSTRIA CHIMICA

Prof. P.M. CALDERALE

Corso di laurea in INGEGNERIA CHIMICA

I PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi ingegneri chimici le nozioni necessarie allo studio strutturale delle apparecchiature chimiche (forma, resistenza, materiali adottati, lavorazioni).

Per poter seguire con profitto il corso è opportuno che l'allievo sia in possesso dei concetti fondamentali di: Disegno meccanico; Tecnologie meccaniche (lavorazioni per asportazione di truciolo, lavorazioni per deformazione plastica, lavorazioni delle lamiere, formatura per fusione, tecnologia della saldatura); Scienza delle costruzioni (fondamenti della teoria della elasticità; equazioni di equilibrio e di congruenza, ipotesi di rottura, calcolo dello stato di sollecitazione, di tensione e di deformazione nelle travi isostatiche ed iperstatiche).

### PROGRAMMA

Il corso comprende i seguenti argomenti:

- Richiami di Scienza delle costruzioni.
- Normalizzazione, progettazione tecnologica degli impianti, costruzione delle apparecchiature. Norme UNI, ANCC, ASME, API, DIN.
- Resistenza dei materiali alle sollecitazioni statiche e dinamiche, alla corrosione, alle alte temperature. Scorrimento a caldo.
- Caratteristiche dei materiali prevalentemente impiegati nella costruzione delle apparecchiature chimiche.
- Coefficienti di sicurezza, affidabilità e criteri statistici di progettazione.
- Particolarità costruttive di macchine per l'industria chimica.
- Elementi di tenuta.
- Calcolo di resistenza dei giunti saldati.
- Recipienti in pressione (instabilità elastica; serbatoi cilindrici con fondi piani; serbatoi con fondi curvi; strutture di sostegno dei recipienti orizzontali e verticali; azioni dovute al vento ed azioni sismiche sui serbatoi).
- Calcolo strutturale con metodi matriciali.
- Componenti di sistemi tubieri (tubi, flange, raccordi, valvole, giunti di dilatazione). Calcolo strutturale statico e dinamico di sistemi tubieri piani e spaziali con metodi matriciali.
- Problemi di vibrazioni.
- Calcolo strutturale, con gli elementi finiti, di apparecchiature per impianti chimici e nucleari.

### Esercitazioni.

Almeno due temi riguardanti il dimensionamento ed il disegno esecutivo di apparecchiature chimiche.

### TESTO CONSIGLIATO

Dispense del corso.

## COSTRUZIONE DI MOTORI PER AEROMOBILI

Prof. RENZO CIUFFI

Corso di laurea in INGEGNERIA AERONAUTICA

I PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

Il corso si propone di mettere gli allievi in grado di verificare e progettare le parti principali di un motore aeronautico, alternativo o a turbina.

L'allievo deve già conoscere la parte termodinamica e fluidodinamica del motore. È consigliabile la frequenza preliminare del corso di: «Costruzione di Macchine».

*PROGRAMMA**1. Ruote dentate.*

- 1.1 - Cinematica delle ruote dentate cilindriche e coniche a denti dritti o obliqui. Ruote corrette.
- 1.2 - Calcoli di resistenza sulle ruote dentate: resistenza statica, a fatica, ad usura. Cenni sulla lubrificazione delle ruote dentate, carichi al limite di scoring.

*2. Velocità critiche e frequenze proprie flessionali e torsionali. Oscillazioni accoppiate.*

- 2.1 - Metodo di Stodola per la determinazione delle velocità critiche e delle frequenze proprie flessionali di alberi e palette non svergolate.
- 2.2 - Metodo di Myklestad per il calcolo delle velocità critiche di alberi e di frequenze proprie di palette e pale di eliche e di elicotteri svergolate e non.
- 2.3 - Determinazione delle velocità critiche e delle frequenze proprie di elementi con massa distribuita con metodi energetici.
- 2.4 - Frequenze proprie e oscillazioni forzate torsionali di sistemi con masse distribuite e concentrate.
- 2.5 - Oscillazioni accoppiate.
- 2.6 - Teoria e applicazioni degli smorzatori dinamici e pendolari.

*3. Calcolo delle tensioni e deformazioni di elementi di motori a turbina.*

- 3.1 - Risultati della teoria del solido svergolato.
- 3.2 - Deformazioni torsionali di pale e palette.
- 3.3 - Determinazione della linea elastica pseudostatica di pale e palette.
- 3.4 - Raffreddamento delle palette. Tensioni termiche. Scorrimenti.
- 3.5 - Calcolo delle tensioni e deformazioni all'attacco disco-paletta.

*4. Dischi rotanti.*

- 4.1 - Equazioni generali dei dischi rotanti e loro soluzioni.
- 4.2 - Metodi numerici per il calcolo di tensioni e deformazioni nei dischi in campo elastico ed elasto-plastico.
- 4.3 - Progetto dei dischi.

*5. Calcolo delle tensioni e deformazioni in elementi di motori alternativi.*

- 5.1 - Calcolo delle armoniche del momento motore dovute ai gas e alle forze d'inerzia.
- 5.2 - Determinazione delle ampiezze delle oscillazioni degli alberi a gomito in condizioni di risonanza.
- 5.3 - Calcolo degli alberi a gomito, spinotti, fasce elastiche, bielle ecc.

*6. Caratteristiche funzionali e costruttive di motori aeronautici.**Esercitazioni.*

Le esercitazioni consistono in calcoli di verifica o di progetto di elementi di motori aeronautici. In particolare vengono svolte esercitazioni di:

- Progetto di ingranaggi corretti.
- Verifica delle tensioni centrifughe e termiche in dischi rotanti.
- Calcolo delle velocità critiche di alberi.
- Calcolo delle frequenze proprie torsionali di un sistema turbina-compressore tenendo conto dell'inerzia, variabile, delle palette della turbina.

#### *TESTI CONSIGLIATI*

- R. Giovannozzi - «Costruzione di Macchine», vol. II - Ed. Patron, Bologna.  
R. Giovannozzi - «Costruzione e Progetto di Motori» - Ed. Levrotto & Bella, Torino.  
R. Giovannozzi - «Corso sulle turbine a gas - Calcolo degli organi meccanici» - FIAT, Torino.  
P.H. Wilkinson - «Aircraft engines of the world» - Ed. P.H. Wilkinson.

## COSTRUZIONI AERONAUTICHE

Prof. PIERO MORELLI

Corso di laurea in INGEGNERIA AERONAUTICA

II PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

Il corso intende dare agli allievi: a) nozioni generali su diversi tipi di aeromobili (in particolare, dei velivoli) con riferimento alle loro caratteristiche d'impiego e conseguenti scelte architettoniche; b) nozioni di calcolo strutturale elementare del velivolo nel suo complesso e delle sue parti; c) descrizione delle strutture dei velivoli, dei loro impianti e delle loro installazioni.

Per una partecipazione proficua è necessario possedere una preparazione nella Scienza delle Costruzioni, e alcune nozioni basilari di aerodinamica tecnica (caratteristiche aerodinamiche dei profili alari, delle ali e delle eliche) e di meccanica del volo (prestazioni del velivolo, stabilità e manovrabilità).

### PROGRAMMA

#### a) Parte introduttiva:

- 1 - Rassegna di velivoli tipici (aeroplani, idrovolanti, anfibi, alianti, STOL, VTOL, velivoli sperimentali).

#### b) Parte strutturale:

- 2 - Condizioni di carico in volo e al suolo, poste a base del calcolo strutturale.
- 3 - Materiali aeronautici e loro caratteristiche rilevanti ai fini del calcolo strutturale.
- 4 - Complementi di Scienza delle Costruzioni sulla flessione, torsione e tagli di strutture a parete sottile (a guscio e a semiguscio).
- 5 - Instabilità elastica generale, locale e torsionale delle aste compresse.
- 6 - Instabilità elastica dei pannelli soggetti a compressione e a taglio.
- 7 - Verifiche strutturali degli attacchi a sforzi concentrati.

#### c) Parte descrittiva:

- 8 - Ala - alettoni, ipersostentatori, aerofreni - impianti antighiaccio.
- 9 - Fusoliera - collegamenti ala-fusoliera.
- 10 - Impennaggi - compensazione aerodinamica, equilibramento statico e dinamico delle superfici di governo.
- 11 - Organi di comando - alette.
- 12 - Installazione dei gruppi motopropulsori.
- 13 - Organi per l'involo e l'arrivo: carrelli - scafi e galleggianti.
- 14 - Impianti oleodinamico ed elettrico.
- 15 - Impianti di condizionamento e pressurizzazione delle cabine.

Il corso è integrato da una serie di esercitazioni di disegno di parti strutturali di un velivolo e di calcolo strutturale.

### TESTI CONSIGLIATI

- Lausetti - Aeroplani, loro strutture e installazioni - Levrotto & Bella.  
 Rivello - Theory and Analysis of Flight Structures - Mc Graw-Hill.  
 Bruhn - Analysis and Design of Flight Vehicle Structures - Tri-State Offset Co.  
 Vallat - Résistance des Matériaux Appliquée à l'Aviation - Beranger.  
 Sechler & Dunn - Airplane Structural Analysis and Design - Dover.

## COSTRUZIONI AERONAUTICHE II

Prof. GIUSEPPE SURACE

Corso di laurea in INGEGNERIA AERONAUTICA

II PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

#### Esami propedeutici:

Scienza delle Costruzioni  
 Calcolo Numerico  
 Matematica Applicata  
 Costruzioni Aeronautiche I  
 Aerodinamica

### PROGRAMMA

Il programma si articola nella trattazione e nello svolgimento per esteso dei seguenti punti fondamentali:

1. Algebra matriciale.
2. Analisi statica delle strutture aerospaziali con il metodo degli elementi finiti.
3. Meccanica delle vibrazioni lineari dei sistemi elastici ad 1, 2 ed  $n$  gradi di libertà e fenomeni connessi.
4. Analisi dinamica delle strutture aerospaziali con il metodo degli elementi finiti:
  - a) frequenze proprie e analisi modale
  - b) analisi di strutture autoeccitate (flutter)
  - c) risposta dinamica.
5. Fenomeni aeroelastici statici.
6. Strutture sandwich.
7. Problemi di criticità nello studio aeroelastodinamico dei pannelli.
8. Effetti delle oscillazioni a bassa frequenza sull'organismo umano.

Il corso comprende una serie di esercitazioni sulle lezioni e lo svolgimento monografico di almeno due tesine, una sull'analisi statica e l'altra sull'analisi dinamica di una struttura aerospaziale, per le quali è previsto l'uso del calcolatore del Centro di Calcolo del Politecnico.

L'esame finale consiste di un colloquio orale sul programma svolto a lezione ed esercitazione.

### TESTI CONSIGLIATI

- G. Surace, M. Pandolfi - «Teoria e Tecnica delle Vibrazioni», parte 1<sup>a</sup>: Le Vibrazioni Meccaniche; parte 2<sup>a</sup>: Le Vibrazioni Aeroelastiche (C.L.U.T.).  
 J.S. Przemieniecki - «Theory of Matrix Structural Analysis» (Mc Graw-Hill).  
 Zienczkiewicz - «The Finite Element Method» (Mc Graw-Hill).  
 J. Shapiro - «Principles of Helicopter Engineering» (Temple Press Limited).  
 H.G. Allen - «Analysis and Design of Structural Sandwich Panels» (Pergamon Press).  
 G. Surace, M. Di Sciuva - «Introduzione alla Biomeccanica» (C.L.U.T.).  
 R. Scanlan, R. Rosenbaum - «Aircraft Vibration and Flutter» (The Macmillan Company).

## COSTRUZIONI AUTOMOBILISTICHE

Prof. ALBERTO MORELLI

Corso di laurea in INGEGNERIA MECCANICA

I PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

Il corso di «Costruzioni automobilistiche» è propedeutico ai corsi di tecnica automobilistica pertanto si consiglia la sua collocazione nel piano degli studi del III anno. Si svolge nel I Periodo didattico.

Esami propedeutici: «Disegno meccanico».

### PROGRAMMA

- Definizione e classificazione degli autoveicoli.
- Architettura generale degli autoveicoli a seconda della funzione di trasporto per cui sono previsti. Sua evoluzione storica.
- Potenze necessarie al moto degli autoveicoli. Loro natura e ordini di grandezza. Potenze disponibili per il moto. Vari tipi di sistemi di propulsione adottati e loro convenienza. Suddivisione delle potenze spese per il moto nelle sue principali forme a seconda dell'esercizio. Efficienza della propulsione.
- Principali organi costituenti l'autoveicolo quali: il motore - la ruota - la sospensione - lo sterzo - il freno - la trasmissione - la frizione - il cambio - il telaio e la carrozzeria - l'impianto elettrico e gli accessori. Loro conformazione - ingombro - disposizione. Pregi e difetti delle soluzioni più comunemente adottate, nei confronti dell'assolvenza ai compiti cui sono proposti.
- Problemi di guida dei veicoli e stabilità di marcia.

### Esercitazioni.

Si svolgono su tre temi:

- 1) disegno di una sospensione;
- 2) disegno di una trasmissione o parte di essa;
- 3) determinazione di dati geometrici e di massa di un autoveicolo.

### TESTI CONSIGLIATI

- A. Morelli - «Costruzioni automobilistiche» - Cap. XIV del III vol. dell'Enciclopedia dell'Ingegneria ISED1 - Mondadori.
- G. Pollone - «Il veicolo», ed. Levrotto & Bella - Torino.
- C. Deutsch - «Dynamique des véhicules routiers. Données de base», ed. ONSER, 1970.

# COSTRUZIONI DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI

Prof. CESARE CASTIGLIA

Corso di laurea in INGEGNERIA CIVILE

I PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

Il corso di Costruzioni di Strade, Ferrovie ed Aeroporti ha una parte propedeutica che tratta argomenti di meccanica della locomozione e traffico relativa ai tre distinti settori (strade, ferrovie ed aeroporti) con particolare studio dei veicoli e delle azioni indotte nelle sovrastrutture.

Da tali studi si definiscono gli elementi di progettazione e verifica degli organismi costituenti il corpo stradale e le sedi ferroviarie e aeroportuali.

Una particolare cura è stata sin'ora data allo studio di problemi geotecnici connessi con la realizzazione delle opere d'arte.

Le esercitazioni si articolano in modo da sviluppare gli elaborati di interesse tecnico e scientifico per l'attività degli ingegneri civili (progettino stradale, opere d'arte ferroviarie, svincolo autostradale, pavimentazioni, servizi aeroportuali, muri di sostegno, palificazioni gallerie).

Il corso è integrato da esperienze di laboratorio e da visite a lavori del settore.

In rapporto agli altri insegnamenti il corso si inquadra come segue:

- Materie propedeutiche* - Scienza delle Costruzioni.  
   · Complementi di Scienza delle Costruzioni.
- Materie in parallelo* - Tecnica ed economia dei trasporti.  
   · Tecnica delle costruzioni.
- Materie successive* - Geotecnica.  
   · Tecnica dei Cantieri.

## PROGRAMMA

### 1. Problemi generali dei veicoli.

La sagoma limite e il peso degli utenti della strada. La regolamentazione italiana ed internazionale. Sagome limiti e peso dei carri ferroviari. Gli aerei da trasporto merci e passeggeri.

Il fenomeno dell'aderenza. Le resistenze al moto: resistenze ordinarie ed addizionali. Formule globali per i veicoli terrestri. Resistenze totali e potenza necessaria. Il moto dei veicoli e la strada. Problemi relativi alla strada ferrata.

### 2. Il terreno.

La meccanica delle terre. Il suolo e la sua costituzione. Il binomio acqua-suolo. Caratteristiche fisiche delle terre. Granulometria. Limiti e indice di Atterberg. La resistenza al taglio. La classificazione dei terreni. L'indice di gruppo e la classificazione H.R.B. Il costipamento. La prova Proctor. Capacità portante dei sottofondi e delle strutture stradali.

Lo stato di tensione nel sottosuolo. L'equilibrio elasto-plastico. Cerchio delle tensioni. L'equilibrio del masso indefinito secondo Rankine. Gli stati di equilibrio limite superiore ed inferiore. La determinazione della spinta attiva delle terre. Muri di sostegno. Le tabelle del Krey. I metodi grafici. Spinte prodotte da sovraccarico. Resistenza delle terre. Calcolo dei muri e delle spalle da ponte. Paratie. Criteri di progettazione di opere d'arte stradali. Le gallerie e loro calcolo.

### 3. Il laboratorio per i materiali stradali.

Analisi granulometrica con setacci e per sedimentazione. Peso specifico. Umidità. Limite e indice di Atterberg. Prova di taglio diretto. Compressione con espansione laterale libera. Prove edometriche. Permeometro. Prova Proctor e controllo della densità in situ. Prova CBR.

### 4. La strada ordinaria.

Considerazioni generali. Elementi di traffico. Capacità. Livelli di servizio. Il confronto fra i tracciati stradali: le lunghezze virtuali. L'andamento altimetrico dei tracciati stradali. I raccordi verticali. Andamento planimetrico delle strade ordinarie. Le curve ed il problema dei raccordi.

La sezione stradale. Capacità teorica di smaltimento del traffico. Allargamenti in curva e pendenza di transito.

Strade urbane e autostrade. Incroci a livelli sfalsati: basi di progettazione e calcolo.

Le sollecitazioni indotte dai veicoli sulla strada. Indagini teoriche e sperimentali. Le prove AASHO. Pavimentazioni flessibili e rigide. Le principali teorie per il dimensionamento delle fondazioni. I materiali impiegati e loro caratteristiche. La prova Marshall. La reologia dei conglomerati bituminosi. Strade in terra stabilizzata.

### 5. La strada ferrata.

La trazione e l'esercizio ferroviario. La scelta dei tracciati. Il tracciamento altimetrico. L'andamento planimetrico. L'iscrizione in curva. Lo svio. La sopraelevazione.

Le rotaie, le traversine e il ballast. Le sollecitazioni dinamiche indotte dal transito sulla sovrastruttura. I valori dedotti dallo Schramm. L'armamento con traversine e con longherine. Calcolo della traversa ferroviaria. Le traverse in calcestruzzo ed in cemento amianto. La posa dell'armamento.

Verifiche statiche degli edifici.

### 6. Gli aeroporti.

Ubicazione e classi degli aeroporti. Norme e dati sperimentali per il numero, l'orientamento, lunghezza e pendenza delle piste. Dimensionamento delle piste di circolazione, dei raccordi, e dei piazzali di sosta. Le analisi del sottosuolo. Il calcolo delle pavimentazioni.

### 7. Esercitazioni.

Tracciolino e poligonale d'asse. Profilo longitudinale. Sezioni trasversali.

Il volume del solido stradale. Diagramma delle aree. Metodo delle sezioni ragguagliate. Diagramma dei volumi. Dislocazione dei cantieri.

Trincee e rilevati. Metodi di scavo delle trincee. Modalità di esecuzione dei rilevati. Calcolo della stabilità delle scarpate. Stabilità del piano di posa. Calcolo dei manufatti stradali. Calcolo del rivestimento delle gallerie.



## COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE

Prof. CARLO ZIMAGLIA

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTROTECNICA

II PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

Il corso si propone di dare gli elementi di base per il progetto e la costruzione delle macchine elettriche.

Esami propedeutici:

Elettrotecnica I

Elettrotecnica II

Macchine elettriche

Meccanica applicata alle macchine e Meccanica delle macchine.

### PROGRAMMA

- Dimensionamento e costruzione della struttura magnetica delle macchine elettriche e illustrazione di alcuni tipi particolari.
- Impostazione e sviluppo del calcolo magnetico dei tipi fondamentali di macchine elettriche: trasformatore, macchine rotanti a c.a. e c.c..
- Materiali magnetici impiegati nelle costruzioni elettromeccaniche.
- Costruzione della struttura magnetica dei trasformatori.
- Costruzione del rotore delle macchine sincrone a poli salienti.
- Costruzione del rotore delle macchine sincrone isotrope.
- Costruzione della carcassa e del pacco statore delle macchine sincrone.
- Alternatori a ferro rotante.
- Costruzione della carcassa e dei pacchi statore e rotore delle macchine a induzione.
- Macchine a induzione polifasi particolari.
- Macchine a induzione monofasi.
- Costruzione del pacco indotto, dei poli principali, della carcassa delle macchine a corrente continua.
- Criteri di dimensionamento e di costruzione dei poli ausiliari nella macchina a corrente continua.
- Aspetti particolari legati di utilizzazione della macchina a c.c. come oggetto dei moderni sistemi di alimentazione e di controllo.
- Macchine a corrente continua speciali.
- Macchine a corrente alternata monofasi e polifasi a commutazione.
- Dimensionamento e costruzione degli avvolgimenti delle macchine elettriche e di elementi ad essi associati.
- Materiali conduttori e isolanti.
- Avvolgimenti per trasformatori.
- Avvolgimenti per macchine rotanti a corrente alternata.
- Avvolgimenti per macchine rotanti a corrente continua.
- Avvolgimenti concentrati di eccitazione.
- Gabbie.
- Collettori ad anello.
- Collettori a lamelle.
- Sistemi di raffreddamento nei trasformatori e nelle macchine rotanti.
- Dimensionamento di parti meccaniche (alberi, cuscinetti, cuffie, ventole, ecc.).

### Esercitazioni.

Esempi di calcolo completo per: Trasformatore trifase - Macchina trifase a induzione - Macchina trifase sincrona - Macchina a corrente continua.

### TESTI CONSIGLIATI

Alfred Still - Charles Siskind - Elements of electrical machine design - Ed. International student edition.

M. Liwschitz - Calcolo e determinazione delle dimensioni delle macchine elettriche - Ed. Hoepli - Milano.

Appunti dalle lezioni del prof. Zimaglia.

## COSTRUZIONI IDRAULICHE

Prof. GIOVANNI TOURNON

Corso di laurea in INGEGNERIA CIVILE

I PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

Il corso si propone di fornire adeguate basi di « Idrologia » e di impostare, con i necessari approfondimenti, i più importanti problemi riguardanti l'utilizzazione delle risorse idriche.

### Esami propedeutici.

Oltre a quelli del biennio, sono da considerarsi propedeutici gli esami di Idraulica e di Scienza delle Costruzioni.

### PROGRAMMA

#### Idrologia.

Generalità - Genesi, caratteristiche e misure degli afflussi meteorici - La rete pluviometrica italiana - Gli afflussi meteorici su di un'area: curve isoietografiche, altezze di pioggia ragguagliate - Precipitazioni normali annue e mensili - I tipi di regime pluviometrico in Italia - Precipitazioni massime di data frequenza puntuali e ragguagliate - Precipitazioni minime.

Bacini imbriferi, reti idrografiche - Circolazione superficiale e sotterranea - Misure delle portate dei corsi d'acqua - Stazioni idrometriche - Scale delle portate - Diagrammi cronologici delle portate in una sezione - Regimi tipici dei corsi d'acqua italiani - Bilanci idrologici - Coefficienti di deflusso - Analisi e determinazione delle portate conseguenti ad un evento di pioggia - Metodo della corrivazione, metodo dell'idrogramma unitario - Le massime portate di data frequenza, loro determinazione.

Elaborazioni idrologiche - Diagrammi dei deflussi - La regolazione delle portate - Curve delle durate delle portate e caratteristiche di una utilizzazione.

#### Opere per la regolazione delle portate dei corsi d'acqua naturali.

Generalità - Laghi artificiali - Sbarramenti di ritenuta - Sbarramenti murari - Dighe a gravità massicce e alleggerite - Dighe a volta - Dighe a volte multiple ed a lastre - Sbarramenti in materiali sciolti: dighe in muratura a secco - Dighe in pietrame alla rinfusa - Dighe in terra - Opere per il funzionamento di un lago artificiale - Opere di presa, scaricatori di superficie, scaricatori in pressione.

#### Opere per la derivazione delle acque.

Generalità - Traverse di derivazione di tipo fisso - Traverse di derivazione di tipo mobile - Tipi diversi di paratoie - Opere complementari per la derivazione delle acque a mezzo di traverse fisse e mobili.

#### Opere per il trasporto delle acque.

Generalità - Opere di adduzione a pelo libero ed in pressione - Proporzionamento idraulico - Aspetti costruttivi - Problemi di esercizio.

#### Esercitazioni.

4 ore settimanali a squadre.

### TESTI CONSIGLIATI

F. Arredi - Costruzione e impianti idraulici, vol. I (Idrologia) - Casa Editrice Principato.  
F. Contessini - Dighe e traverse - Libreria Editrice Politecnica - C. Tamburini, Milano.

**DINAMICA E CONTROLLO DEGLI IMPIANTI NUCLEARI**

Prof. CARLO A. ARNEODO

Corso di laurea in INGEGNERIA NUCLEARE

II PERIODO DIDATTICO

**NOTIZIE GENERALI**

Esami propedeutici: Impianti Nucleari, Controlli automatici (solo consigliato)\*

**PROGRAMMA****Parte I**

Problemi classici di regolazione e servomeccanismi: analisi con funzione a gradino; analisi con funzione sinusoidale; vari tipi di rappresentazione del comportamento dinamico, teorema di Bode.

**Parte II**

Il reattore come funzione di trasformazione di un circuito a blocchi; equazione del reattore a potenza zero; equazioni di scambio termico; costanti di tempo.

**Parte III**

Il reattore bollente: instabilità «atipiche» dovute alla ebollizione; vari tipi di instabilità termoidrauliche; instabilità di Ledinegg, concetto di instabilità in tubi paralleli, instabilità con bassi ed alti sottoraffreddamenti.

**Parte IV**

Sala di controllo del reattore; descrizione strumenti. Barre di controllo e loro comandi; Xenon e instabilità da Xenon. Regolazione «in blocco» della centrale.

*Esercitazione* riguardante la dinamica della pressione nel dry well di un BWR susseguente ad un LOCA.

**TESTI CONSIGLIATI**

Schultz - Reactor Control Theory.

## DISEGNO - 1° ANNO

Prof. G. RUSSO	Corso di laurea in INGEGNERIA	MINERARIA
» S. MANZONI	» » » » »	ELETTRONICA
» V. VICENTINI	» » » » »	MECCANICA
» G. PALMERI	» » » » »	CHIMICA
» G. COLOSI	» » » » »	ELETTROTECNICA
» S. COPPO	» » » » »	NUCLEARE
» P.G. BARDELLI	» » » » »	CIVILE

I e II PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

Il corso è diretto a fornire le nozioni teoriche ed applicative di rappresentazione grafica e la conoscenza delle norme fondamentali per l'esecuzione e l'interpretazione di disegni e progetti di elementi che interessano l'ingegneria.

Il corso è propedeutico agli insegnamenti di disegno sviluppati negli anni seguenti nei vari corsi di laurea.

## PROGRAMMA

- Introduzione al corso: caratteristiche del disegno tecnico per gli ingegneri; programma e suo sviluppo; unificazione nazionale ed internazionale; strumenti del disegno; fogli e loro formati; tipi di linee; scrittura; tabelle; scale di rappresentazione.
- Metodi di rappresentazione con le relative norme, convenzioni e designazione: le proiezioni ortogonali nel sistema europeo e americano; confronti fra i due sistemi; le proiezioni assonometriche generali ed unificate; le sezioni secondo uno o più piani paralleli e consecutivi; le proiezioni ausiliarie; tracciamento di curve, diagrammi e grafici.
- Quotatura dei disegni: disposizioni e convenzioni; diversi sistemi di quotatura; caratteristiche, funzionalità e confronti; dimensioni nominali; tolleranze di lavorazione; qualità di lavorazione; sistemi di accoppiamento; convenzioni e designazione delle tolleranze.
- Altre convenzioni di rappresentazione: classificazione, norme e designazione di filettatura e collegamenti filettati, profili di filettature e loro caratteristiche geometriche e funzionali; saldature ed elementi di sicurezza; finitura superficiale; segni di lavorazione; rugosità.
- Piccoli meccanismi ed elementi di carpenteria: funzionamento; rappresentazione con proiezioni ortogonali; rappresentazione con proiezioni assonometriche (viste esplose).

## Esercitazioni.

Disegno a mano libera e con tecnigrafo di pezzi sempre più complessi nelle proiezioni ortogonali ed assonometriche; interpretazione e lettura di disegni tecnici; disegno di collegamenti filettati; disegno di elementi composti nel complessivo e nei particolari quotati; disegno di grafici e diagrammi; rappresentazioni di schemi di accoppiamento; uso delle tabelle per tolleranze e scostamenti; disegno di meccanismi nel complessivo e nei particolari costruttivi; applicazione di composizione e scomposizione di meccanismi.

## TESTI CONSIGLIATI

Tutti i testi di disegno tecnico in uso negli Istituti Tecnici.

**DISEGNO EDILE (1° e 2° corso)**  
 Proff. M. OREGLIA, G. PICCO

Corso di laurea in INGEGNERIA CIVILE

I PERIODO DIDATTICO

**NOTIZIE GENERALI**

Insegnamento teorico e applicativo di tecniche grafiche e modellistiche per la rappresentazione di oggetti edilizi.

**PROGRAMMA**

Il corso di lezioni e di esercitazioni è articolato in:

1° - Richiami di elementi e complementi di geometria descrittiva e proiettiva integrati nella pratica disegnativa con un corredo di tecniche della rappresentazione, in tema di: a) proiezioni ortogonali; b) assonometrie (oblique su piano orizzontale, su piano verticale, mono e dimetriche, ortogonali su piano inclinato mono, di e trimetriche); c) prospettive (generica, frontale, con applicazione ad ognuna delle voci a), b), c) della tecnica della «esplosione dimostrativa», intesa come mezzo per una analisi approfondita dei particolari); d) teoria delle ombre (con luce naturale all'infinito, con luce artificiale a distanza finita); e) tecniche della rappresentazione non grafica e sue applicazioni autonome o in concorso con quelle grafiche, con particolare riguardo a quelle di formazione meccanizzata, e alle attrezzature specializzate relative.

2° - Indagini critico-antologiche, in aula o alla presenza, di edifici tipici di caratteristiche graficamente recepbili, con evidenziazione delle geometrie latenti e compilazione «a posteriori» di un bagaglio a schizzo di osservazioni dell'oggetto, immaginabilmente simile a quello formulato a suo tempo dal progettista.

3° - Ricerche di pretesti, puntuali con l'evoluzione culturale, per l'illustrazione delle tecniche di cui alle voci a), b), c), del punto 1° e per lo sviluppo di argomenti di metrologia, di simbologia unificata, di modi di applicazione dei materiali edili, di particolari tecniche strutturali con accenni ad esempi di architetture antiche e moderne e riferimenti a tipici esempi di edifici di realizzazione contemporanea.

*Verifiche del flusso didattico.*

Il corso è programmato in proseguimento alle nozioni già ricevute in Disegno 1°, ed in considerazione speciale di quanto a valle esigeranno le materie inerenti le architetture tecniche e le tecniche costruttive civili.

*Esercitazioni.*

A) Applicazioni grafiche in aula delle voci a), b), c), d), del punto 1°, con ausilio strumentale, per l'allenamento a rappresentazioni grafiche rapide e compendiose; B) applicazioni della voce e) del punto 1°, con l'uso delle attrezzature meccaniche specializzate relative in dotazione al Laboratorio; C) compilazione di un modello in Laboratorio su esempi scelti in accordo con gli studenti, corredati di note illustrative ed eventuali documentazioni fotografiche.

**TESTI CONSIGLIATI**

Il materiale didattico viene messo a disposizione degli allievi attraverso una documentazione specifica radunata in tavole e in documenti specializzati annualmente aggiornati e sistematicamente distribuiti, completi di riferimenti bibliografici.

**DISEGNO MECCANICO** ,per Aeronautici  
Prof. E. CHIRONE

Corso di laurea in INGEGNERIA AERONAUTICA

I PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

Fornire all'allievo dati grafici e descrittivi sui principali organi di macchina con particolare riferimento agli elementi unificati; preparare l'allievo alla lettura ed alla esecuzione di disegni di gruppi meccanici e dei relativi particolari.

*PROGRAMMA*

- Le fasi del progetto meccanico; l'influenza del calcolo, della lavorazione meccanica e dell'unificazione sul disegno dei pezzi meccanici.
- Cenni su alcuni materiali di impiego comune nelle costruzioni meccaniche e aeronautiche.
- Rugosità delle superfici; definizione, misura, unificazione, relazioni con tolleranze.
- Tolleranze di lavorazione, dimensionali geometriche di forma e di posizione, catene di tolleranze e loro calcolo.
- Assi e alberi; raccordi e smussi e loro influenza sulla resistenza meccanica; generalità sul fissaggio di un organo meccanico su di un albero.
- Chiavette, linguette, accoppiamenti scanalati.
- Spine e perni; spine elastiche; chiavette trasversali.
- Cuscinetti a strisciamento e loro lubrificazione.
- Cuscinetti a rotolamento; tipi, particolarità ed unificazione.
- Montaggio e scelta dei cuscinetti a rotolamento; la lubrificazione e la protezione dei cuscinetti a rotolamento; dispositivi di tenuta.
- Organi filettati: viti, dadi, rosette; dispositivi contro lo svitamento spontaneo.
- Cenni su ruote di frizione, catene, cinghie piane e trapezoidali.
- Ruote dentate, generalità e parametri fondamentali; ruote dentate cilindriche esterne ed interne; coppia rocchetto-dentiera; ruote dentate coniche; vite senza fine - ruota elicoidale.
- Le molle; tipi principali e particolarità.
- La chiodatura; generalità, tipi di chiodi e di giunti chiodati ed unificazioni.
- La saldatura; generalità e principali procedimenti tecnologici.
- Norme particolari per il disegno di costruzioni aeronautiche con esempi di applicazioni nel settore aeronautico e nucleare.

*Esercitazioni.*

Le esercitazioni consistono nello studio, nella elaborazione e nel disegno di gruppi meccanici di complessità via via crescente. Agli allievi sono forniti schemi ed esempi per il disegno dei complessivi dei gruppi stessi; successivamente vengono disegnati i particolari costruttivi dei gruppi, completi di indicazioni.

Vengono eseguiti anche schizzi a mano libera.

*TESTI CONSIGLIATI*

Testi e manuali di disegno meccanico.

## DISEGNO MECCANICO

Prof. S. ROSSETTO

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTRTECNICA

I PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

*Corsi propedeutici:* Disegno.

### PROGRAMMA

- Le fasi del progetto meccanico; l'influenza del calcolo, della lavorazione meccanica e dell'unificazione sul disegno dei pezzi meccanici.
- Rugosità delle superfici; misura e unificazione, relazioni con le tolleranze.
- Tolleranze di lavorazione: dimensionali e geometriche di forma e di posizioni; catene di tolleranze e loro calcolo.
- Assi e alberi; raccordi e smussi; generalità sul fissaggio di un organo meccanico su di un albero.
- Chiavette, linguette, accoppiamenti scanalati, tipi, particolarità, unificazione, quotatura.
- Spine e perni; spine elastiche; chiavette trasversali.
- Cuscinetti a strisciamento e loro lubrificazione.
- Cuscinetti a rotolamento; tipi, particolarità ed unificazione.
- Montaggio e scelta dei cuscinetti a rotolamento.
- La lubrificazione e la protezione dei cuscinetti a rotolamento; anelli di tenuta e tenute a labirinto.
- Dispositivi antisvitamento; rosette e piastrine, rosette elastiche, coppiglie e dadi speciali.
- Ruote dentate; generalità e parametri fondamentali; ruote dentate cilindriche esterne ed interne; coppia rocchetto-dentiera; ruote dentate coniche.
- Coppia vite senza fine - ruota elicoidale.
- Le molle; tipi principali e particolarità.
- La saldatura; generalità e principali procedimenti tecnologici.

### *Esercitazioni.*

Le esercitazioni consistono nello studio, nell'elaborazione e nel disegno di gruppi meccanici di complessità via via crescente e sempre diversi nei vari anni. Agli allievi sono forniti schemi di tali gruppi meccanici che servono per il disegno dei complessivi dei gruppi stessi; successivamente vengono disegnati i particolari dei gruppi, corredati di tutte le indicazioni necessarie per la loro costruzione.

## DISEGNO MECCANICO

Prof. G. BONGIOVANNI

Corso di laurea in INGEGNERIA MECCANICA

II PERIODO DIDATTICO

*PROGRAMMA*

- Le fasi del progetto meccanico; l'influenza del calcolo, della lavorazione meccanica e dell'unificazione sul disegno dei pezzi meccanici.
- Rugosità delle superfici; misura e unificazione, relazioni con le tolleranze.
- Tolleranze di lavorazione: dimensionali e geometriche di forma e di posizione; catene di tolleranze e loro calcolo.
- Assi e alberi; raccordi e smussi; generalità sul fissaggio di un organo meccanico su di un albero.
- Chiavette, linguette, accoppiamenti scanalati, tipi, particolarità, unificazione, quotatura.
- Spine e perni; spine elastiche; chiavette trasversali.
- Cuscinetti a strisciamento e loro lubrificazione.
- Cuscinetti a rotolamento; tipi, particolarità ed unificazione.
- Montaggio e scelta dei cuscinetti a rotolamento.
- La lubrificazione e la protezione dei cuscinetti a rotolamento; anelli di tenuta e tenute a labirinto.
- Dispositivi antisvitamento; rosette e piastrine, rosette elastiche, coppiglie e dadi speciali.
- Cenni su ruote di frizione; catene, cinghie piane e trapezoidali.
- Ruote dentate; generalità e parametri fondamentali; ruote dentate cilindriche esterne ed interne; coppia rocchetto-dentiera; ruote dentate coniche.
- Coppia vite senza fine - ruota elicoidale.
- Le molle; tipi principali e particolarità.
- La chiodatura; generalità, tipi di chiodi e di giunti chiodati ed unificazioni.
- La saldatura; generalità e principali procedimenti tecnologici.

*Esercitazioni.*

Le esercitazioni consistono nello studio, nella elaborazione e nel disegno di gruppi meccanici di complessità via via crescente e sempre diversi nei vari anni. Agli allievi sono forniti schemi di tali gruppi meccanici che servono per il disegno dei complessivi dei gruppi stessi; successivamente vengono disegnati i particolari dei gruppi, corredati di tutte le indicazioni necessarie per la loro costruzione.



**DISEGNO TECNICO (per Chimici e Minerari)**  
Prof. SILVIO MUSSO

Corso di laurea in INGEGNERIA CHIMICA

II PERIODO DIDATTICO

**NOTIZIE GENERALI**

*Presentazione generale.* Il corso, basandosi sulle nozioni generali del disegno acquisite nei corsi di Disegno I, affronta la descrizione e lo studio delle caratteristiche degli organi di macchine fondamentali negli impianti industriali, con particolare riferimento agli impianti dell'industria chimica (mineraria) e presenta inoltre le nozioni fondamentali delle lavorazioni meccaniche.

Parallelamente alle lezioni teoriche si svolgono esercitazioni nelle quali vengono eseguiti disegni esecutivi e schizzi di elementi di macchine e di impianti e studi di cicli di lavorazione dei medesimi.

*Scopo del corso.* Al termine del corso l'allievo, acquisita la conoscenza delle caratteristiche tecniche dei problemi di lavorazione e di produzione degli organi che costituiscono gli impianti industriali, è in possesso di dati di base per affrontare criticamente lo studio funzionale e dimensionale.

**PROGRAMMA**

*Argomenti delle lezioni.*

- Simboli unificati adottati nel disegno tecnico, tolleranze di lavorazione, di forma e rugosità dei materiali.
- Descrizione degli elementi fondamentali degli organi meccanici per l'industria chimica (mineraria) e delle loro caratteristiche costruttive con accenni a semplici calcoli di dimensionamento.
- Descrizione e studio delle macchine per le lavorazioni meccaniche con particolare riferimento alle lavorazioni delle lamiere, tubi e delle strutture saldate ed ai processi di formatura per fusione. Impostazione dei cicli di lavorazione. Descrizione degli strumenti e delle attrezzature di collaudo dimensionale e qualitativo.

*Esercitazioni.*

Esecuzione di disegni costruttivi di elementi di impianti industriali, completi di tutti i dati per l'esecuzione e dei relativi cicli di lavorazione.

**TESTI CONSIGLIATI**

- E. Chirone - «Disegno tecnico», Edisco Torino.
- P.M. Calderale - «Lavorazioni meccaniche», Clut Torino.
- Tabelle UNI e norme ANCC.

## DISPOSITIVI ELETTRONICI ALLO STATO SOLIDO

Prof. CARLO NALDI

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTRONICA

II PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

Il corso tratta in modo specifico i principi fisici e le caratteristiche di funzionamento dei dispositivi a semiconduttore con frequenti cenni alle principali applicazioni.

Si può affermare che lo sviluppo attuale dell'elettronica è soprattutto legato all'introduzione di nuovi componenti ed al miglioramento delle loro prestazioni connesso con le nuove tecnologie, assai più che non all'approfondimento delle conoscenze nell'analisi dei circuiti.

Il numero e la varietà dei dispositivi a semiconduttore dall'invenzione del transistor ad oggi è cresciuto enormemente, interessando campi sempre più estesi di applicazione dall'elettronica di potenza a bassa frequenza, ai circuiti integrati, alle microonde sino all'elettronica ottica. Nel ristretto ambito del corso non è possibile descrivere l'intera gamma dei dispositivi, si cerca tuttavia oltre ad includere i più importanti tra essi, di presentarne lo studio nel modo il più possibile sistematico ed unitario al fine di suggerire una metodologia per la comprensione di altri dispositivi non esaminati o addirittura non ancora ideati.

Il corso è da ritenersi indispensabile per gli indirizzi del tipo Elettronica circuitale, Elettronica industriale, Componenti elettronici, Elettronica fisica mentre può essere considerato un utile complemento per altri indirizzi tra cui quello di Elettromagnetismo.

*Prerequisiti.*

Si richiede unicamente una buona conoscenza della teoria della giunzione  $p-n$  e del funzionamento dei transistori (corso di Materiali per l'Elettronica) ed i concetti elementari sulla propagazione ondosa (corso di Fisica 2).

*PROGRAMMA*1. *Cenni di meccanica quantistica e di fisica dello stato solido.*

Principi fondamentali della meccanica quantistica. Particelle di Fermi e di Bose. Leggi dell'assorbimento e dell'emissione di fotoni. Distribuzioni statistiche di Einstein-Bose e di Fermi-Dirac. Matrice hamiltoniana. Propagazione in un reticolo cristallino. Concetto di particella-onda complessa. Fenomeni di diffusione da impurità e di cattura. Teorema di Bloch. Zone di Brillouin.

2. *Proprietà fisiche dei semiconduttori.*

Struttura cristallina e bande di energia nei semiconduttori (Ge, Si, GaAs). Fenomeni di trasporto dei portatori. Spettri di fononi. Proprietà ottiche, termiche ed in presenza di campi elevati. Equazioni basilari del funzionamento dei dispositivi a semiconduttore.

3. *Dispositivi a giunzione.*

Complementi sui diodi a giunzione  $p-n$ . Eterogiunzioni, Diodo tunnel, Diodo inverso, Diodi IMPATT, Diodi Varactor e Step-Recovery. Transistori: per piccoli segnali, di potenza, per commutazione, unigiunzione e per microonde. Dispositivi  $p-n-p-n$ . Diac, Triac, SCR, JFET.

4. *Dispositivi di interfaccia ed a film sottile.*

Dispositivo metallo-isolante-semiconduttore. Fenomeni di superficie. Transistori MOSFET (CCD, MNOS, ...).

5. *Dispositivi optoelettronici.*

LED, Fotodiodi, Celle solari. LASER a giunzione.

6. *Dispositivi ad effetto di volume.*

Oscillatore di Gunn. Modi di operazione.

*Esercitazioni.*

Essendo il corso frequentato da circa 40 studenti, non c'è una distinzione netta tra lezioni ed esercitazioni. Sono comunque previste alcune esercitazioni sperimentali di misura in laboratorio e di uso del calcolatore per la simulazione numerica di dispositivi.

*Valutazione.*

L'esame può essere sostenuto in due colloqui di cui uno durante l'anno. Parte del programma d'esame può essere sostituita da un lavoro individuale di approfondimento su un tema particolare, scelto dallo studente. Tale lavoro può anche configurarsi come studio iniziale per una tesi di laurea.

*Materiale didattico.*

Oltre al testo di lettura consigliato: SZE «*Fisica dei dispositivi a semiconduttore*» Tamburini, verrà distribuito durante l'anno altro materiale didattico (articoli, dispense) in modo da coprire sostanzialmente tutto il corso.

## DOCUMENTAZIONE ARCHITETTONICA

Prof. G.P. SCARZELLA

Corso di laurea in INGEGNERIA CIVILE

I PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

Disciplina riguardante i fondamenti della metodologia storica nella documentazione, destinata: a) alle classificazioni di generi edilizi, come tecniche strutturali; b) alle schematizzazioni critiche, come arte; c) agli spunti d'avviamento per le ideazioni conformative tecniche e per le ideazioni formali.

## PROGRAMMA

Il corso si articola in 5 sezioni, puntuali con l'evoluzione culturale.

1) Fondamenti estetici e concetti d'architettura vecchi e recenti indirizzati alla ricerca (teorie dell'architettura edonistiche, mimetiche, moralistiche, razionali, contenutistiche, formalistiche), e metodi critici utilizzabili nella finalità della disciplina (teorie critiche di Wölfflin, Schopenhauer, Vischer, Lipps, Scott, Schmarsow e sulla Einfühlung).

2) Perlustrazioni tra teorici dell'architettura (vitruviani, gotici, rinascimentali, manieristici, barocchi, neoclassici, razionalistici ed espressionisti e neorevivalisti).

3) Classificazioni e schematizzazioni di comodo ai tre livelli indicati nella definizione (con particolare riguardo ai modi di sublimazione estetica dei fatti di struttura portante, edilizia, distributiva, impiantistica, ornamentale, ecc.).

4) Itinerari critici tra i maestri dell'architettura del passato (nelle epoche stilistiche classiche, medioevali, umanistiche, classicistiche ed eclettiche).

5) Prospettive nella problematica di gusto attuale del razionalismo, espressionismo, neoplasticismo, futurismo, organicismo, alle revivescenze eclettiche.

*Verifica del flusso didattico.*

La disciplina si inserisce nella catena di materie indirizzate alla progettazione mediante sia combinazioni conformative tecnico-tecnologiche, sia sintesi formali tra l'urbanistica, le architetture tecniche e la composizione architettonica. È basilare per la progettazione edilizia e strutturale.

*Esercitazioni.*

1) Esempificazioni critico-antologiche nell'intero arco storico dall'antichità all'epoca attuale finalizzate alla progettistica architettonica e urbanistica.

2) Extempori ed analisi varie con didascalie e grafie compendiose.

*Il materiale didattico* viene messo a disposizione degli allievi attraverso una documentazione specifica, radunata in tavole o in cataloghi specializzati annualmente aggiornati, distribuita per schedature antologiche, complete di riferimenti bibliografici.

**ECONOMIA E LEGISLAZIONE MINERARIA**

Prof. GIULIO GECCHELE

Corso di laurea in INGEGNERIA MINERARIA

II PERIODO DIDATTICO

**NOTIZIE GENERALI**

Il corso ha lo scopo di fornire alcune cognizioni di base di diritto, economia ed organizzazione, con particolare riferimento al campo minerario.

Per seguire il corso è necessario che l'allievo abbia chiare le conoscenze impartite nei corsi di analisi e geometria, ed è utile - allo scopo di poter trovare dei riferimenti concreti ai problemi prospettati talvolta in modo generico - che lo stesso abbia delle idee sull'ambiente in cui dovrà operare a laurea conseguita; sarebbe altresì utile che l'allievo sapesse utilizzare macchine di calcolo automatico.

**PROGRAMMA**

Il programma consta di tre parti principali.

La prima si occupa di questioni generali di diritto, del diritto minerario e della legislazione mineraria italiana (15% del tempo a disposizione).

La seconda parte inizia con un inquadramento dell'industria mineraria nel quadro dell'economia della nazione, con l'esame dei tipi di società previsti dal diritto italiano e dei modi di organizzazione delle imprese (10%); quindi, premesse le norme costituzionali, del codice civile, ecc., riguardanti i rapporti di lavoro, si analizzano i metodi di studio del lavoro stesso e di retribuzione. Infine si fa un cenno alla teoria dei costi e ci si sofferma sui problemi di contabilità industriale e di valutazione degli investimenti (15%).

La terza parte tratta la ricerca operativa, della quale si discute anzitutto il metodo, fornendo poi cenni sul calcolo delle probabilità e sul campionamento. Si esaminano quindi in particolare alcune tecniche di prevista maggior utilità per l'ingegnere minerario (teoria delle code, programmazione lineare, manutenzione, problemi di coordinamento, simulazione) (30%).

Il nucleo del programma viene svolto nei primi 3/4 del semestre, al fine di permettere agli allievi lo svolgimento di esercitazioni su temi di specifico interesse nel tempo rimanente.

Data l'eterogeneità degli argomenti non vengono consigliati testi specifici, utilizzando per la preparazione dispense e libri posti a disposizione dalla biblioteca dell'Istituto di Arte Mineraria.

## ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

Prof. ALBERTO RUSSO FRATTASI

Corso di laurea in INGEGNERIA MECCANICA

II PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

Costituisce esame preliminare: Elementi di statistica.

### PROGRAMMA

- 1) Elementi di economia: Microeconomia. La condotta del consumatore. Funzione di utilità. La teoria dei prezzi e della loro funzione. La funzione di domanda. La curva di offerta. La funzione di produzione. Le forme di mercato. Macroeconomia: il reddito nazionale e sua formazione.
- 2) Elementi di statistica aziendale: Formazione dei dati statistici. Parametri caratteristici. Calcolo delle probabilità e teoremi relativi. Distribuzioni di probabilità: binomiale, poissoniana, gaussiana. Verifica dell'ipotesi. Teoria del campionamento. La distribuzione  $t$ . Distribuzione  $\chi^2$ . La distribuzione  $F$  e test relativi. Regressione - Correlazione - Analisi previsionale.
- 3) L'organizzazione dell'azienda: Strutture economiche, giuridiche e organizzative delle aziende. La politica aziendale. Lo studio del prodotto. I sistemi di informazione e la gestione integrata.
- 4) La programmazione ed il controllo della produzione: Sistemi di programmazione. Preparazione del lavoro, lancio e controllo dell'avanzamento della produzione. Il controllo statistico di qualità. Tecniche reticolari.
- 5) Lo studio e la misura del lavoro: I principi dell'economia dei movimenti e lo studio del lavoro umano. L'analisi dei tempi. Rilevazioni istantanee. L'abbinamento delle lavorazioni. Le tecniche di remunerazione del lavoro.
- 6) Elementi di contabilità: contabilità generale e industriale.
- 7) Elementi di R.O.: Applicazioni della programmazione lineare e della teoria delle code. I modelli di simulazione. Gestione degli stocks.

Le esercitazioni si svolgono per 4 ore settimanali e richiamano i punti:

2), 4), 5), 6), 7) del programma.

### TESTI CONSIGLIATI

- A. Russo Frattasi - «Manuale di organizzazione della produzione» - Vol. I e II - ETAS  
 KOMPASS.  
 A. Caridi - «Esercitazioni di Economia e Tecnica Aziendale» - CLUT.

## ELEMENTI DI ELETTRONICA

Prof. DANTE DEL CORSO

Corso di laurea in INGEGNERIA MECCANICA

I PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

Questo corso è indirizzato principalmente verso le applicazioni pratiche di dispositivi e sistemi elettronici. Ha inoltre lo scopo di fornire all'allievo ingegnere meccanico quelle nozioni di elettronica di base necessarie per comprendere ed usare proficuamente la strumentazione elettronica di misura e di controllo.

### PROGRAMMA

Argomenti trattati nelle lezioni ed esercitazioni:

#### *Richiami di elettrotecnica.*

- Elettrotecnica di base
- Analisi di reti nel dominio della frequenza

#### *Componenti attivi e non lineari.*

- Diodi
- Transistori
- Diodi controllati
- Cenni sulle tecniche di integrazione

#### *Amplificatori.*

- Classificazione e impiego
- La reazione
- Amplificatori operazionali
- Oscillatori
- Impieghi fuori linearità

#### *Strumenti di misura (con esercitazioni pratiche)*

- Tester, Voltmetri digitali, Oscilloscopio, Metodi per la registrazione di segnali.

#### *Acquisizione dati.*

- Rappresentazione numerica di grandezze analogiche
- Cenni su circuiti logici
- Conversione A/D e D/A
- Filtraggio e campionamento di segnali al calcolatore

Per seguire utilmente questo corso è necessaria una buona conoscenza dell'elettrotecnica di base (è sufficiente il corso normale per meccanici).

### TESTI CONSIGLIATI

Vengono pubblicate le dispense sugli argomenti svolti durante il corso.

Un testo di utilità generale che copre una gamma di argomenti molto vasta è:

R.J. Smith - Circuit Devices & Systems - J. Wiley & Sons - N.Y.

## ELEMENTI DI PROGRAMMAZIONE

Prof. G. MERLO

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTROTECNICA

II PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

Il corso si propone di mettere gli allievi in grado di usare un elaboratore digitale, utilizzando il linguaggio FORTRAN. Vengono fornite alcune nozioni generali sulla struttura, sul funzionamento e sul modo in cui vengono rappresentati i numeri in un elaboratore, e viene data agli allievi la possibilità di usare il calcolatore del Centro di Calcolo del Politecnico.

*Esami propedeutici.*

Nessuno.

*PROGRAMMA*

Generalità sugli elaboratori.  
Algoritmi.  
Basi di numerazione - Virgola fissa e virgola mobile - Errori di arrotondamento e di troncamento.  
Sistemi operativi.  
Linguaggi in generale - Linguaggio FORTRAN - Lettura e stesure di programmi FORTRAN.

*Esercitazioni.*

Vengono scelti, da gruppi di tre o quattro studenti, d'accordo con il professore, uno o più temi di esercitazione consistenti nella stesura di un programma FORTRAN, che verrà perforato ed eseguito sull'elaboratore del Centro di Calcolo del Politecnico.

*TESTI CONSIGLIATI*

Sono disponibili dispense sulla maggior parte degli argomenti trattati nel corso.  
Andronico ed altri - «Scienza degli elaboratori» - Ed. Zanichelli.  
Siciliano - «Linguaggio FORTRAN» - Ed. Zanichelli.  
Ridolfi - «Il FORTRAN» - Ed. Angeli.  
Manuali di FORTRAN IBM, Honeywell, Univac, etc.



## ELEMENTI DI STATISTICA

Prof. FRANCESCO DONATI

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTROTECNICA

II PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

Il corso si propone di fornire i concetti di base del calcolo delle probabilità ed introdurre l'allievo alla metodologia dell'elaborazione statistica dell'informazione.

*Esami propedeutici.*

Analisi matematica I e II, Geometria I.

*PROGRAMMA*

Definizioni fondamentali e assiomi del calcolo delle probabilità. Variabili aleatorie, variabili combinate, variabili indipendenti, distribuzioni condizionate. Teorema di Bayes. Funzioni di distribuzione e funzioni di ripartizione. Valore medio e momenti. Misure di dispersione. Teorema di Chebyshef. Funzioni caratteristiche. Distribuzione normale e distribuzioni derivate dalla normale. Variabili aleatorie a più dimensioni. Funzioni di variabili aleatorie. Determinazione della statistica risultante. Campionamento. Caratteristiche del campione e proprietà asintotiche. Introduzione alle stime. Esistenza di stime efficienti. Metodo di massima verosimiglianza. Intervalli di confidenza. Test di appartenenza e classificazione generale dei metodi di verifica. Rischi del fornitore e del compratore.

*TESTI CONSIGLIATI*

F. Ricci - « Statistica ed elaborazione statistica delle informazioni » - Zanichelli.  
H. Cramer - « Mathematical Methods of Statistics » - Princeton.

**ELETTROCHIMICA**

Prof. MARIO MAJA

Corso di laurea in INGEGNERIA CHIMICA

II PERIODO DIDATTICO

**PROGRAMMA**

Il corso di Elettrochimica si articola nelle seguenti parti:

**- Studio delle reazioni elettrochimiche.**

Gli argomenti principali sono: teoria dei potenziali elettrodi, potenziali di membrana, sovratensione agli elettrodi, applicazioni elettroanalitiche, fenomeni di passivazione, sali fusi.

**- Comportamento di metalli in elettroliti.**

Gli argomenti principali sono: potenziali di isopolarizzazione, teoria della corrosione ad umido, protezioni contro la corrosione, corrosione a secco.

**- Applicazioni industriali.**

Gli argomenti principali sono: raffinazione del rame, produzione dello zinco, produzione dell'Alluminio, industria cloro-soda, generatori elettrochimici.

**- Elettrotermia.**

Gli argomenti principali sono: le caratteristiche dei forni elettrici a resistenza, ad arco e ad induzione.

Lo studio della materia presuppone la conoscenza della Chimica-Fisica e dell'Elettrotecnica.

Lo scopo del corso è quello di preparare gli allievi ingegneri ad affrontare problemi di carattere elettrochimico connessi con la progettazione ed il controllo degli impianti chimici e di studiare i fenomeni di scambio, di materia ed energia, attraverso interfasi elettrizzate.

**Esercitazioni.**

I vari argomenti del corso verranno sviluppati sulla base delle numerose prove di laboratorio eseguite o collegialmente a lezione o individualmente in esercitazione.

**TESTI CONSIGLIATI**

G. Kortüm - «Trattato di Elettrochimica» - Piccin ed.

Agli studenti vengono fornite inoltre fotocopie di Monografie di vari autori.

## ELETTRONICA APPLICATA

Prof. UMBERTO PISANI

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTROTECNICA

II PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

Il corso ha lo scopo di fornire gli elementi di base che consentono di poter effettuare l'analisi dei circuiti contenenti dispositivi elettronici sia in regime statico che in regime dinamico (particolarmente in regime sinusoidale).

Lo studio dei circuiti viene impostato in base alla sostituzione del dispositivo elettronico con un suo modello circuitale valido per il tipo di applicazione in esame. Per questo motivo, anche se il corso sviluppa nei dettagli circuiti con diodi, transistori a giunzione e amplificatori operazionali, l'allievo è messo in grado di studiare anche circuiti contenenti valvole termoioniche ed altri dispositivi elettronici di cui sia noto il modello circuitale.

Le esercitazioni trattano applicazioni concrete degli argomenti delle lezioni e costituiscono una parte fondamentale dell'esame.

Per poter seguire il corso è essenziale la conoscenza dell'Elettrotecnica I e in relazione ad alcuni argomenti trattati è utile avere seguito il corso di Complementi di Matematica.

## PROGRAMMA

## Lezioni.

- 1 - Circuiti elettronici: componenti e modelli.
- 2 - Richiami di analisi di circuiti lineari.
  - 2.1 - Studio di una rete in regime generico (richiami della trasformata di Laplace).
  - 2.2 - Funzioni di rete generalizzate (zeri e poli) e loro rappresentazioni grafiche (diagrammi di Bode).
- 3 - Cenni di elettronica dello stato solido.
  - 3.1 - Meccanismi di conduzione nei semiconduttori e giunzione  $p-n$ .
  - 3.2 - Modelli statici di diodi raddrizzatori e diodi zener.
  - 3.3 - Modello incrementale di un diodo raddrizzatore e di un diodo zener.
  - 3.4 - Esempi di applicazioni di diodi: porte a diodi, circuiti di raddrizzamento, circuiti con diodi zener.
- 4 - I transistori bipolari.
  - 4.1 - Funzionamento e caratteristiche dei transistori.
  - 4.2 - Influenza termica sulle caratteristiche: dissipazione termica, esempi di calcolo di un dissipatore.
  - 4.3 - Modello statico di un transistoro funzionante in zona attiva e circuiti di polarizzazione.
  - 4.4 - Modello incrementale del transistoro bipolare.
- 5 - Analisi circuitale dei tipi fondamentali di stadi amplificatori a transistori: comportamento a bassa ed alta frequenza di un amplificatore RC monostadio.
- 6 - Amplificatori a più stadi.
- 7 - Amplificatori per larghi segnali: amplificatori di potenza in classe  $A, B, C$ .
- 8 - Amplificatori per grandezze continue.
  - 8.1 - Amplificatore differenziale.
  - 8.2 - Caratteristiche di un amplificatore operazionale.
- 9 - Amplificatore con reazione.
  - 9.1 - Classificazione dei quattro tipi di reazione.
  - 9.2 - Caratteristiche di un amplificatore controeazionato.
- 10 - Applicazioni della controeazione ad un amplificatore operazionale.
- 11 - Stabilità di un amplificatore controeazionato e metodi di compensazione.

*Esercitazioni.*

Le prime esercitazioni sono di completamento alle lezioni e riguardano la teoria dei circuiti risonanti e il metodo dei nodi. Le successive esercitazioni seguono l'andamento delle parti trattate a lezione e constano essenzialmente di esercizi di analisi di circuiti a transistori.

*TESTI CONSIGLIATI*

Millman Halkias - «Electronic Devices and Circuits» - Mc Graw-Hill.  
P. Gray - C.L. Searle - «Principi di Elettronica» - Tamburini editore.  
Ryder - «Ingegneria Elettronica» - Liguori editore (2<sup>a</sup> edizione).

## ELETTRONICA APPLICATA I

Proff. F. MUSSINO - G. ZITO

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTRONICA

II PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

L'insegnamento presuppone una parte preliminare sulla fisica dei tubi e sulla fisica dello stato solido che è svolta nel corso di «Materiali per l'Elettrotecnica».

Per la comprensione di alcuni argomenti relativi alla risposta in frequenza degli amplificatori e dei circuiti con reazione è necessario avere seguito la prima parte del programma del corso parallelo di Teoria delle Reti.

Esistono delle dispense relative alle esercitazioni. Alcune tecniche pratiche riguardanti la soluzione dei circuiti, vengono sviluppate esclusivamente nel corso delle esercitazioni.

*Esami propedeutici.*

Elettrotecnica.

Materiali per l'Elettronica.

*PROGRAMMA*

- Caratteristiche dei tubi e dei transistori.
- Circuiti elementari con tubi nel caso di segnali di piccola ampiezza.
- Polarizzazione e stabilizzazione termica dei transistori.
- Modelli del transistoro nel caso di piccoli segnali a bassa frequenza.
- Circuiti di amplificazione di bassa frequenza, con più stadi in cascata.
- Caratterizzazione dei transistori alle alte frequenze, parametri ibridi, risposta degli amplificatori alle alte frequenze.
- Amplificatori non accordati, risposta alle basse e alle alte frequenze.
- Amplificatori con reazione, oscillatori.
- Raddrizzatori, alimentatori, alimentatori stabilizzati.
- Circuiti per segnali di grande ampiezza.

*TESTI CONSIGLIATI*

Millman Halkias - «Electronic Devices and Circuits».

Gray &amp; Searle - «Principi di Elettronica».

Angelo - «Electronic Circuits».

Millman Halkias - «Integrated Electronics».

## ELETTRONICA APPLICATA II

Proff. V. POZZOLO - D. BIEY

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTRONICA

II PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

Il corso ha lo scopo di completare, per quanto possibile, la formazione degli allievi sull'Elettronica Applicata, proseguendo il lavoro iniziato nei corsi di Materiali per l'Elettronica ed Elettronica Applicata I.

Data la vastità e la diversità degli argomenti che comunemente vanno sotto il nome generico di «Elettronica Applicata», il corso ha dovuto comprendere nel suo programma argomenti anche molto dissimili tra di loro, al fine di non lasciare lacune troppo vistose nella preparazione del futuro ingegnere elettronico. Naturalmente in queste condizioni i vari argomenti possono essere trattati solo a livello generale e non specialistico, mentre si cerca, soprattutto in sede di esercitazioni, di avviare gli allievi ad affrontare semplici problemi di progetto e dimensionamento di circuiti, acquisendo, a fianco della preparazione teorica, anche un po' di «mestiere».

Per una proficua frequenza al corso è opportuno che gli allievi abbiano seguito con impegno i corsi di «Materiali per l'Elettronica», «Elettronica Applicata I» e «Teoria delle reti elettriche».

## PROGRAMMA

- 1) Amplificatori per grandezze continue.  
Proprietà e requisiti.  
Studio e progetto di stadi d'ingresso di tipo differenziale, con particolare riferimento alla stabilità termica, degli stadi intermedi e di quelli di uscita. Accenni ad altri tipi di amplificatori per continue. Implementazione nei circuiti integrati. Circuiti d'uso con amplificatori operazionali, controeazione, errori e derive, stabilità e banda passante, progetto reti di compensazione.
- 2) Amplificatori logaritmici, moltiplicatori e divisori analogici.
- 3) Elementi di tecnica delle forme d'onda: comparatori di soglia, generatori astabili di onde quadre e triangolari, convertitori  $dc-dc$ , circuiti monostabili, oscillatori sinusoidali.
- 4) Circuiti con semiconduttori per applicazioni logiche: rassegna delle principali famiglie di circuiti logici integrati; problemi di interfaccia, flip-flop, circuiti sequenziali statici e dinamici. Esempi di applicazione. Memorie: classificazione ed organizzazione interna, memorie magnetiche e a semiconduttori, confronti.

Le esercitazioni, strettamente agganciate al programma di lezioni, riguardano soprattutto semplici progetti di circuiti e sono per il 30 % sperimentali.

## TESTI CONSIGLIATI

Tobey - Graeme - Hulsman - «Operational Amplifiers, Design and Applications» McGraw-Hill.

## ELETTRONICA APPLICATA ALL'AERONAUTICA

Prof. GIOVANNI VILLA

Corso di laurea in INGEGNERIA AERONAUTICA

II PERIODO DIDATTICO

**PROGRAMMA**

Il corso è diviso in due parti principali:

- l'elettronica
- i sistemi di guida e navigazione.

*Scopo della prima parte*, dedicata come detto all'elettronica, è quello di fornire una rapida sintesi dei concetti basilari della moderna elettronica con particolare riguardo agli argomenti che possono interessare gli ingegneri aeronautici e le loro applicazioni soprattutto nel campo dei sistemi di guida e di navigazione.

*Scopo della seconda parte*, dedicata ai sistemi di guida e di navigazione, è quello di passare in rassegna i principali sistemi di guida e navigazione attualmente in uso presso le aeronautiche civili e militari. Vengono discussi i principi tecnici su cui essi sono basati, i concetti costruttivi e le modalità di applicazione e di esercizio.

Si ritiene consigliabile la frequenza di questo corso a chi abbia interesse a conoscere le suddette tecniche e le loro applicazioni.

Per una utile partecipazione a quanto il corso svolge è conveniente che gli allievi abbiano conoscenze sull'elettrotecnica in generale, e possibilmente sui principi base dei sistemi asserviti e delle loro applicazioni.

**Esercitazioni.**

Data la particolare materia trattata, esercitazioni specifiche nel campo dei sistemi di guida hanno sinora trovato difficoltà di esecuzione. Si cerca di sopperire a questo con visite ad impianti, ad esempio ad aeroporti, ad aziende ed a ditte specializzate.

Nel campo invece delle applicazioni dell'elettronica, esercitazioni vengono fatte sviluppando particolari temi che abbiano attinenza o che trovino applicazione nello specifico campo cui il corso è destinato.

**TESTI CONSIGLIATI**

A ciascun studente regolarmente iscritto vengono consegnati due fascicoli di appunti (200 ÷ 300 pagine ciascuno), il primo destinato all'elettronica, il secondo ai sistemi di guida e navigazione.

Fascicoli di minore estensione vengono consegnati via via che durante il corso vengono sviluppati temi particolari o monografici, ad esempio rumore, capacità d'informazione, metodi di modulazione, ecc.

**ELETTRONICA INDUSTRIALE (per Elettronici ed Elettrotecnici)**  
 Prof. FRANCO VILLATA

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTRONICA

II PERIODO DIDATTICO

**PROGRAMMA**

Il corso si inquadra in un indirizzo tendente a fornire le basi per affrontare alcuni dei problemi che si presentano nel campo del comando di apparecchiature elettromeccaniche.

Esso si propone di fornire la descrizione dei principali componenti elettronici che permettono di realizzare sia le parti a livello di segnale che i circuiti di potenza di più frequente impiego nell'elettronica industriale, con particolare riferimento ai convertitori statici di energia.

Di ciascun componente vengono esaminate le principali caratteristiche fornite dal costruttore e la loro interpretazione, i circuiti tipici di impiego, i criteri di dimensionamento.

Vengono in particolare presi in considerazione i seguenti argomenti:

- Diodi di segnale e di potenza.
- Diodi zener.
- S.C.R. e triac.
- Transistori, amplificatori operazionali, fotoelementi.
- Trasformatori di impulsi.
- Conversione AC-DC non controllata.
- Conversione AC-DC controllata (con particolare riferimento al controllo di motori a corrente continua).
- Conversione DC-DC, DC-AC, AC-AC.

**Esercitazioni.**

Le esercitazioni verteranno sul dimensionamento di convertitori AC-DC; se si renderanno disponibili le attrezzature necessarie, saranno completate da esperienze di laboratorio.

**TESTI CONSIGLIATI**

J.F. Gibbs - «Thyristors».

H. Koppe - «Rectifier Diodes» - Philips' Publications Department. EINDHOVEN - The Netherlands.

Ryder - «Ingegneria Elettronica» (Liguori).

Philips-Elcoma - «Introduzione ai convertitori statici di energia».

Tali testi contengono solo parte degli argomenti del corso pur contenendo argomenti che non verranno svolti.

Per seguire il corso di Elettronica Industriale sono utili gli argomenti trattati nei corsi di «Elettrotecnica ed Elettronica Applicata» per gli allievi Elettrotecnici e di «Elettrotecnica ed Elettronica I» per gli allievi Elettronici.



## ELETTRONICA NUCLEARE

Prof. MAURIZIO VALLAURI

Corso di laurea in INGEGNERIA NUCLEARE

I PERIODO DIDATTICO

### PROGRAMMA

Richiami sui circuiti elettrici lineari e principali teoremi relativi.

#### *Electronica lineare.*

Componenti passivi e attivi e, in particolare, componenti attivi a semiconduttori e, fra questi, i transistori. Principali tipi di amplificatori. Reazione negli amplificatori. Reazione e stabilità: oscillatori con circuiti accordati. Amplificatori operazionali.

#### *Electronica non lineare.*

Generatori di forme d'onda speciali. Multivibratori. Circuiti di demoltiplicazione e conteggio. Bistabile asimmetrico di Schmitt.

#### *Electronica della tecnica nucleare.*

Catene di rivelazione che seguono rivelatori integrali e rivelatori a impulsi. Circuiti di coincidenza e anticoincidenza. Discriminazione integrale e differenziale. Conversione ampiezza-tempo. Misuratore di cadenza di conteggio.

#### *Regolazione degli impianti nucleari.*

Dinamica del reattore nucleare senza reazioni, influssi della temperatura, stabilità del reattore caldo (ad acqua in pressione).

Regolazione dei reattori di ricerca e di taluni reattori di potenza.

Sistema di regolazione automatica di un reattore e suoi principali componenti.

Le esercitazioni comprendono applicazioni di calcolo, progetto e verifica di massima, relative ai principali capitoli del corso e alcune dimostrazioni pratiche.

### TESTI CONSIGLIATI

- J. Millman, C.C. Halkias - «Electronic Devices and Circuits». Mc Graw-Hill Book Co., New York etc., 1967.  
 J. Millman, H. Taub - «Pulse, Digital and Switching Waveforms». Mc Graw-Hill Book Co., New York etc., 1965.  
 R. Visentin - «Corso di Electronica». Sansoni, Firenze, 1972.  
 M.A. Schultz - «Control of Nuclear Reactors and Power Plants». (2nd Edition). Mc Graw-Hill Book Co., New York etc., 1961.  
 J. Furet - «Contrôle et Electronique des Réacteurs Nucléaires». Masson et Cie., Paris, 1968.

**ELETTROTECNICA** (per aeronautici, chimici, minerari e nucleari)

Prof. EMILIO PETRINI

Corso di laurea in INGEGNERIA CHIMICA

I PERIODO DIDATTICO

**NOTIZIE GENERALI**

Il corso ha lo scopo di offrire le nozioni di base di elettrotecnica generale, e le notizie essenziali, sia in vista di corsi di impiantistica, sia di corsi di strumentazione e controllo.

Nel caso che venga attuato lo sdoppiamento del corso, sarà posta particolare attenzione agli interessi specifici dei diversi «corsi di laurea».

Sono propedeutici gli esami di fisica e di analisi matematica.

**PROGRAMMA**

Reti elettriche in corrente continua ed alternata.

Notizie e definizioni sui componenti delle reti. Grandezze fisiche fondamentali e loro unità di misura.

Teoremi sulle reti, algoritmi per la risoluzione, esercizi relativi, ed esempi orientati sia a problemi di strumentazione che di alimentazione dell'energia elettrica.

Campi elettrici e magnetici.

Nozioni di prevenzione degli infortuni per elettrocuzione.

Sistemi trifasi equilibrati e simmetrici.

Macchine elettriche nei loro principi di funzionamento e nei loro usi industriali più importanti, ed in particolare: trasformatore e suo schema equivalente, macchina sincrona (coppie meccaniche, forze elettromotrici), macchina asincrona e suo schema equivalente, macchina a collettore ad eccitazione indipendente e regolazione della sua velocità.

**Esercitazioni.**

Svolgimento in aula di esercizi ed esempi numerici sugli argomenti del corso.

**TESTI CONSIGLIATI**

Fiorio-Gorini-Meo - «Appunti di Elettrotecnica», ed. Levrotto & Bella.

Laurentini-Meo-Pomè - «Esercizi di Elettrotecnica», ed. Levrotto & Bella.

**ELETTROTECNICA (per civili)**

Prof. RENATO DE MORI

Corso di laurea in INGEGNERIA CIVILE

I PERIODO DIDATTICO

**NOTIZIE GENERALI**

Il corso ha lo scopo di fornire i fondamenti teorici dell'elettrotecnica per affrontare poi alcuni aspetti pratici, quali il funzionamento delle macchine elettriche, gli impianti e le protezioni. Un'attenzione particolare e uno spazio sempre più diffuso col passare degli anni sono stati dati agli impianti di cantiere, agli impianti domestici ed alla prevenzione degli infortuni.

Poichè il corso richiama concetti fondamentali esposti nel biennio propedeutico, è consigliabile che l'esame sia svolto dopo quelli dei corsi propedeutici.

**PROGRAMMA**

Caratteristiche di bipoli, bipoli lineari, reti di bipoli lineari in regime stazionario, Teorema di Thevenin, potenze.

Circuiti in regime sinusoidale, metodo simbolico, impedenze e ammettenze, circuiti oscillanti, potenza attiva, reattiva e apparente, linee elettriche, caduta di tensione industriale.

Sistemi trifase, rifasamento, distribuzione dell'energia elettrica.

Richiami sui campi, interruttori e relè, impianti domestici, parafulmini, tarifficazione dell'energia elettrica.

Infortunistica, pericolosità della corrente elettrica, protezioni, prese di terra, protezione differenziale.

Trasformatore, teoria e principi costruttivi, prove a vuoto e in corto circuito.

Campo magnetico rotante, motore asincrono, circuito equivalente, caratteristica meccanica, problemi di avviamento, schemi pratici, schemi per l'azionamento di una gru.

Macchine a corrente continua, teoria e principi costruttivi, caratteristiche meccaniche, problemi di avviamento.

Principi di funzionamento di motori monofase.

Impianti elettrici di cantiere.

**Esercitazioni.**

Le esercitazioni consistono prevalentemente nell'esecuzione di esempi numerici sui vari argomenti, nonchè sulla presentazione di schemi pratici.

**TESTI CONSIGLIATI**

Fiorio - Gorini - Meo - «Elettrotecnica» - Ed. Levrotto & Bella.

**ELETTROTECNICA (per elettronici)**

I corso R. SARTORI - II corso A. LAURENTINI

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTRONICA

II PERIODO DIDATTICO

**NOTIZIE GENERALI**

Il corso ha lo scopo di fornire le basi fondamentali della teoria dei circuiti elettrici e dei metodi di calcolo delle reti elettriche in regime stazionario, in regime sinusoidale e in funzionamento dinamico. Richiede la precedenza di Fisica 2.

**PROGRAMMA****Reti elettriche in regime stazionario.**

Definizione e proprietà fondamentali della tensione, della corrente e della potenza elettrica.

Bipoli. Caratteristiche; equazioni di Ohm; bilancio energetico. Bipoli perfetti; raddrizzatore ideale. Reti equivalenti.

Collegamento di bipoli in serie e in parallelo.

Reti di bipoli. Leggi generali; correnti e tensioni indipendenti; potenziali e correnti cicliche. Conservazione della potenza. Equazioni delle reti; regole di dualità; principio di sovrapposizione, reciprocità; teoremi di Thévenin, Norton, Millman; trasformazione stella-triangolo.

**Bipoli in condizioni quasi stazionarie.**

Bipoli perfetti. Energia magnetica ed elettrica. Collegamento di condensatori in serie e in parallelo. Mutue induttanze e trasformatore ideale.

**Reti in regime sinusoidale.**

Rappresentazione funzionale delle grandezze sinusoidali. Impedenze e ammettenze. Potenza attiva, reattiva, apparente e complessa.

Diagrammi polari.

Sistemi trifase simmetrici.

**Reti in condizioni transitorie.**

Aperture e chiusure di interruttori. Transistori; variazione libera e forzata; condizioni iniziali. Effetto dei raddrizzatori.

**Doppi bipoli.**

Equazioni e parametri. Doppi bipoli elementari. Reti equivalenti. Parametri immagine; catene; linee.

**Circuiti magnetici.**

Proprietà e analogia elettrica.

**Azioni meccaniche.**

Forze nei campi elettrici e magnetici.

Le esercitazioni svolgono applicazioni concrete dei vari argomenti e sono argomento fondamentale di esame.

**TESTI CONSIGLIATI**

E. Bottani - R. Sartori - «Elettrotecnica» (vol. I) - Circuiti in regime stazionario - Tamburini.

E. Bottani - R. Sartori - «Appunti di Elettrotecnica» (vol. II) - Tamburini.

A. Laurentini - A.R. Meo - R. Pomè - «Esercizi di Elettrotecnica» - Levrotto & Bella.

## ELETTROTECNICA (per meccanici)

Proff. E. ARRI - P.P. CIVALLERI

Corso di laurea in INGEGNERIA MECCANICA

II PERIODO DIDATTICO

### PROGRAMMA

#### Contenuto dei corsi:

- Circuiti in regime stazionario: concetto di bipolo e di rete di bipoli; bipoli lineari e non lineari; bipolo equivalente a una rete accessibile a due dei suoi morsetti; diversi metodi per l'analisi delle reti; potenza in regime stazionario.
- Richiami sui campi elettrici e magnetici: loro applicazione allo studio delle resistenze, capacità, induttanze auto e mutue negli apparecchi di uso più comune. Energie immagazzinate; Forze e coppie di origine elettromagnetica.
- Fenomeni transistori elementari.
- Circuiti in regime sinusoidale: teoria e applicazioni della corrente alternata monofase e trifase; potenze attive, reattive, apparenti; cenni sulle loro misure. Rifasamento.
- Trasformatori: loro funzioni e utilità negli impianti; deduzione del circuito equivalente; funzionamento in condizioni normali, a vuoto e in corto circuito; perdite e rendimento; principali caratteristiche costruttive; dati di targa.
- Motori asincroni: loro importanza nell'industria meccanica; forme costruttive; principio di funzionamento sotto l'aspetto sia intuitivo sia analitico; caratteristiche meccaniche; perdite e rendimento. Principali comandi per l'avviamento, l'inversione di marcia, la variazione di velocità. Dati di targa.
- Macchine con collettore: dinamo e motori per corrente continua con vari tipi di eccitazione; varie caratteristiche meccaniche ed elettriche; usi normali e speciali. Varie possibilità di comando e regolazione. Gruppo Ward-Leonard.
- Svolgimento delle esercitazioni: scopo essenziale delle esercitazioni è portare gli allievi ad un adeguato grado di abilità nel risolvere problemi di analisi del funzionamento di circuiti in regime stazionario, transitorio, sinusoidale monofase e trifase; poichè le macchine elettriche si studiano facendo largo uso dei loro circuiti equivalenti, la preparazione acquisita nell'analisi dei circuiti è subito dopo utilizzata per l'analisi del funzionamento delle macchine.

### TESTI CONSIGLIATI

G. Fiorio, I. Gorini, A.R. Meo - « Appunti di elettrotecnica » - Ed. Levrotto & Bella.  
 « Problemi di elettrotecnica » - Ed. C.L.U.T., Torino.

## ELETTROTECNICA I

Prof. G. FIORIO BELLETTI

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTROTECNICA

II PERIODO DIDATTICO

**PROGRAMMA****Reti elettriche in regime stazionario.**

Definizioni e proprietà fondamentali della tensione, della corrente e della potenza elettrica.

Bipoli. Caratteristiche; equazioni di Ohm; bilancio energetico. Bipoli perfetti; raddrizzatore ideale. Reti equivalenti.

Collegamento di bipoli in serie e in parallelo.

Reti di bipoli. Leggi generali; correnti e tensioni indipendenti; potenziali e correnti cicliche. Conservazione della potenza. Equazioni delle reti; regole di dualità; principio di sovrapposizione, reciprocità; teoremi di Thévenin, Norton, Millman; trasformazione stella-triangolo.

**Bipoli in condizioni quasi stazionarie.**

Bipoli perfetti. Energia magnetica ed elettrica. Collegamento di condensatori in serie e in parallelo. Mutue induttanze e trasformatore ideale.

**Reti in regime sinusoidale.**

Rappresentazione funzionale delle grandezze sinusoidali. Impedenze e ammettenze. Potenza attiva, reattiva, apparente e complessa.

Diagrammi polari.

Sistemi trifase.

**Reti in condizioni transitorie.**

Aperture e chiusure di interruttori. Transitori; variazione libera e forzata; condizioni iniziali. Effetto dei raddrizzatori.

**Doppi bipoli.**

Equazioni e parametri. Doppi bipoli elementari. Reti equivalenti. Parametri immagine; catene; linee.

Le esercitazioni svolgono applicazioni concrete dei vari argomenti e sono argomento fondamentale di esame.

**TESTI CONSIGLIATI**

E. Bottani - R. Sartori - «Elettrotecnica» (vol. I) - Circuiti in regime stazionario - Tamburini.

E. Bottani - R. Sartori - «Appunti di Elettrotecnica» (vol. II) - Tamburini.

A. Laurentini - A.R. Meo - R. Pomè - «Esercizi di Elettrotecnica» - Levrotto & Bella.

## ELETTROTECNICA II

Prof. ROBERTO POMÈ

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTROTECNICA

I PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

*Corsi propedeutici:*

Analisi 1° e 2°

Fisica 1° e 2°

Elettrotecnica 1

Complementi di Matematica.

## PROGRAMMA

*Correnti alternate.* Sistema polifase simmetrico - Sistema polifase dissimmetrico - Applicazioni del procedimento di Fortescue - Campi rotanti.

*Linee a regime.* Definizioni - Linea bifilare omogenea, a regime, a corrente costante - Linea bifilare omogenea, a regime, a corrente alternata sinusoidale - Diagramma di Peryne e Baunn - Onde migranti - Onde stazionarie.

*Transitori.* Parametri distribuiti - Propagazione di onde elettromagnetiche guidate - Alimentazione con tensione costante di una linea di lunghezza finita, chiusa su impedenze di valore vario - Riflessione e rifrazione in un punto di discontinuità di una linea senza e con inclusi parametri concentrati - Considerazioni energetiche.

*Campo di corrente statico.* Richiami sulle definizioni e leggi - Sorgente puntiforme - Più sorgenti puntiformi - Sorgente lineare finita - Sorgente lineare indefinita - Discontinuità del mezzo.

*Campo elettrostatico.* Richiami su definizioni e leggi - Discontinuità del mezzo - Condensatori - Relazioni fra resistenza e capacità in campi di configurazioni geometriche eguali - Carica puntiforme - Più cariche puntiformi - Cariche puntiformi e carica su sfera - Dipolo di linee - Corda di terra - Sistemi di più conduttori - Capacità parziali - Capacità di esercizio.

*Campo magnetostatico.* Richiami su definizioni e leggi - F.e.m. di induzione - Legge della circuitazione - Materiali magnetici - Caratteristiche di magnetizzazione - Discontinuità del mezzo - Calcolo di elettromagneti - Calcolo di magneti permanenti - Correnti rettilinee indefinite - Più correnti rettilinee indefinite, parallele - Coefficienti di autoinduzione e di mutua induzione particolari - Potenziale vettore - Formula di Ampère e calcolo di flusso - Campi particolari in mezzi diversi.

*Tensioni, forze ed energia nei campi elettrostatici e magnetostatici.* Forze, tensioni e pressioni specifiche nel campo elettrostatico - Forze specifiche sulle superfici limite - Energia e forze nel campo elettrostatico - Energia nel campo elettromagnetico - Autoinduzione - Mutua induzione - Forze meccaniche nel campo magnetostatico.

*Tracciamento del campo.* Generalità - Divergenza ed equazioni del potenziale - Campo unidimensionale - Campo bidimensionale - Trasformazione conforme - Procedimento indiretto - Procedimento diretto con la trasformazione di Schwarz-Christoffel - Procedimento grafico di Lehmann - Procedimento basato sul principio delle immagini - Procedimento della vasca elettrolitica.

*Campo variabile rapidamente.* Equazioni di Maxwell - Discontinuità del mezzo - Onde elettromagnetiche piane - Densità di irradiazione dell'energia elettromagnetica.

*Correnti parassite. Isteresi. Perdite nei materiali magnetici e dielettrici.* Correnti parassite in un conduttore cilindrico indefinito, in un conduttore indefinito limitato da un piano, in un fascio di conduttori inclusi in una scanalatura - Correnti parassite in una lamiera molto sottile e in un cubetto (trattazione elementare) - Lamiera schermo - Isteresi - Separazione delle perdite.

Il corso è integrato con esercitazioni di calcolo sugli argomenti svolti e con proiezioni.

## TESTI CONSIGLIATI

A. Carrer - «Note di Elettrotecnica» ediz. Levrotto & Bella, Torino.

**ESTIMO**  
Prof. C. BERTOLOTTI

Corso di laurea in INGEGNERIA CIVILE

I PERIODO DIDATTICO

**NOTIZIE GENERALI**

Il corso è diretto a fornire gli elementi teorici e gli strumenti pratici per la stima dei beni economici.

**PROGRAMMA**

**Metodo e contenuto.**

Le lezioni sono intese come occasioni per fornire, accanto alle necessarie nozioni teoriche ed applicative, esempi di esame, lettura e correlazione dei fatti economici che più frequente e stretta attinenza hanno nella corrente pratica di lavoro. In particolare i principali argomenti d'esposizione possono così essere schematizzati: 1) nozioni di economia e di matematica finanziaria; 2) principi di estimo generale e metodi di stima; 3) stima dei fabbricati; 4) stima censuaria dei fabbricati; 5) più probabile costo di costruzione delle opere edilizie: computo metrico, analisi dei prezzi e stima dei lavori; 6) stima delle indennità nelle espropriazioni per pubblico interesse; 7) stima dei danni; 8) stima delle servitù; 9) principi ed applicazioni di estimo industriale; 10) principi ed applicazioni di estimo rurale. Ulteriore obiettivo è infine il fornire elementi per il controllo economico delle scelte di progettazione a tutti i livelli delle diverse fasi progettuali (esame di soluzioni alternative, progetto di massima, progetto e scelte esecutive, organizzazione di cantiere, ecc.) e in modo integrato alle diverse « strutture » che intervengono nel progetto (statiche, compositive, impiantistiche stabili, impiantistiche di cantiere, d'impianto e organizzazione industriale, ecc.).

**Verifica del flusso didattico.**

Il corso presuppone la preventiva acquisizione da parte del discente di tutte le nozioni propedeutiche ad una prima attività progettuale. Le precedenze da rispettare in modo assoluto sono quindi quelle relative ai corsi di Architettura Tecnica I, Fisica Tecnica, Scienza delle Costruzioni e Tecnica delle Costruzioni. Lo svolgimento del corso di Estimo è infine finalizzato a quelli di Architettura Tecnica II, Architettura e Composizione Architettonica, Costruzione di Strade, Ferrovie e Aeroporti, Costruzioni Idrauliche, e Industrializzazione e Unificazione Edilizia.

**Esercitazioni.**

Il corso prevede un primo tema di esercitazioni relativo alla determinazione del più probabile costo di costruzione di fabbricati civili o industriali. Questo argomento è occasione per mettere a fuoco problemi connessi alla determinazione preventiva dei costi di produzione, in rapporto alla diversa localizzazione dell'iniziativa, all'impiego alternativo dei diversi mezzi di produzione utilizzabili ed all'organizzazione aziendale. Il secondo tema comporta l'esecuzione di una stima di fabbricati od impianti da svolgersi, per scopi definiti preventivamente in via d'ipotesi, sia con metodo sintetico che con metodo analitico. Il terzo tema riguarda la determinazione delle indennità da corrispondere per l'espropriazione di aree ed immobili, in applicazione delle vigenti leggi.

**TESTI CONSIGLIATI**

Esiste un libro di testo: C. Bertolotti, *Estimo*, Levrotto & Bella, Torino, 1973.



## FISICA I (per aeronautici, elettrotecnici, meccanici)

Prof. B. MINETTI

Corso di laurea in INGEGNERIA CIVILE

» A. PASQUARELLI

» » » » INGEGNERIA MINERARIA

II PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

Come corso istituzionale del 1° anno, il corso è inteso a illustrare i principi fondamentali della meccanica e termodinamica, e fornire una base sufficiente a comprendere i problemi relativi, risolvere i più semplici, e poter sviluppare nei corsi successivi le tecniche specifiche di soluzione dei più complessi. Per la buona comprensione del corso si richiede la conoscenza di Analisi I.

### PROGRAMMA

- Cenni di Metrologia: misurazioni e incertezza di misura; sistemi di unità; valutazione dell'incertezza in misurazioni indirette.
- Interpretazione ed uso dei vettori in Fisica.
- Cinematica del punto: velocità e accelerazione nei moti rettilinei e curvilinei; moto relativo; cambiamento del sistema di riferimento.
- Dinamica del punto: leggi di Newton; forza, massa, quantità di moto, sistemi inerziali; conservazione della quantità di moto; forze di campo (gravità e forze elastiche), vincoli e attriti, forze inerziali; lavoro; teorema dell'energia cinetica; campi conservativi ed energia potenziale.
- Dinamica dei sistemi: centro di massa; conservazione della quantità di moto, dell'energia e del momento angolare; moto nel sistema del centro di massa; urti; oggetti a massa variabile; dinamica rotatoria dei corpi rigidi e momento d'inerzia.
- Statica dei corpi rigidi; statica dei fluidi.
- Moto armonico; oscillazioni forzate e risonanza; cenni alle onde elastiche.
- Dinamica dei fluidi perfetti; tensione superficiale.
- Campo gravitazionale e leggi del moto planetario.
- Termometria: dilatazione termica; scale di temperatura; teoria cinetica dei gas.
- Calorimetria: conduzione del calore; sistemi termodinamici; equazione di stato dei gas perfetti e di Van der Waals; cambiamenti di stato.
- Primo principio della termodinamica e problematica relativa.
- Secondo principio della termodinamica: macchine termiche; ciclo e teorema di Carnot; teorema di Clausius; entropia.

### Esercitazioni.

Esercitazioni numeriche a squadre sul programma del corso. Esercitazioni a mezze squadre in laboratorio su misurazioni di lunghezza, di massa e densità, di allungamento elastico, di momento d'inerzia, di viscosità, di calore specifico.

### TESTI CONSIGLIATI

Lovera, Minetti, Pasquarelli - « Appunti di Fisica ».  
 Lovera, Malvano, Minetti, Pasquarelli - « Calore e Termodinamica ».  
 Minetti, Pasquarelli - « Esercizi di Fisica I ».

Corso di laurea in INGEGNERIA NUCLEARE

II PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

Come corso istituzionale del 1° anno, il corso è inteso a illustrare i principi fondamentali della meccanica e termodinamica, e fornire una base sufficiente a comprendere i problemi relativi, risolvere i più semplici, e poter sviluppare nei corsi successivi le tecniche specifiche di soluzione dei più complessi. Per la buona comprensione del corso si richiede la conoscenza di Analisi I.

*PROGRAMMA*

- Cenni di Metrologia: misurazioni e incertezza di misura; sistemi di unità; valutazione dell'incertezza in misurazioni indirette.
- Interpretazione ed uso dei vettori in Fisica.
- Cinematica del punto: velocità e accelerazione nei moti rettilinei e curvilinei; moto relativo; cambiamento del sistema di riferimento.
- Dinamica del punto: leggi di Newton; forza, massa, quantità di moto, sistemi inerziali; conservazione della quantità di moto; forze di campo (gravità e forze elastiche), vincoli e attriti, forze inerziali; lavoro; teorema dell'energia cinetica; campi conservativi ed energia potenziale.
- Dinamica dei sistemi: centro di massa; conservazione della quantità di moto, dell'energia e del momento angolare; moto nel sistema del centro di massa; urti; oggetti a massa variabile; dinamica rotatoria dei corpi rigidi e momento d'inerzia.
- Statica dei corpi rigidi; statica dei fluidi.
- Moto armonico; oscillazioni forzate e risonanza; cenni alle onde elastiche.
- Dinamica dei fluidi perfetti; tensione superficiale.
- Campo gravitazionale e leggi del moto planetario.
- Termometria: dilatazione termica; scale di temperatura; teoria cinetica dei gas.
- Calorimetria: conduzione del calore; sistemi termodinamici; equazione di stato dei gas perfetti e di Van der Waals; cambiamenti di stato.
- Primo principio della termodinamica e problematica relativa.
- Secondo principio della termodinamica: macchine termiche; ciclo e teorema di Carnot; teorema di Clausius; entropia.

*Esercitazioni.*

Esercitazioni numeriche a squadre sul programma del corso. Esercitazioni a mezze squadre in laboratorio su misurazioni di lunghezza, di massa e densità, di allungamento elastico, di momento d'inerzia, di viscosità, di calore specifico.

*TESTI CONSIGLIATI*

Lovera, Minetti, Pasquarelli - « Appunti di Fisica ».  
 Lovera, Malvano, Minetti, Pasquarelli - « Calore e Termodinamica ».  
 Minetti, Pasquarelli - « Esercizi di Fisica I ».

## FISICA I (per civili)

Prof. M. CLERICO -FAVERO  
» M. GUIDETTI

Corso di laurea in INGEGNERIA MECCANICA  
» » » » INGEGNERIA ELETTRTECNICA

## II PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

Come corso istituzionale del 1° anno, il corso è inteso a illustrare i principi fondamentali della meccanica e termodinamica, e fornire una base sufficiente a comprendere i problemi relativi, risolvere i più semplici, e poter sviluppare nei corsi successivi le tecniche specifiche di soluzione dei più complessi. Per la buona comprensione del corso si richiede la conoscenza di Analisi I.

*PROGRAMMA*

- Cenni di Metrologia: misurazioni e incertezza di misura; sistemi di unità; valutazione dell'incertezza in misurazioni indirette.
- Interpretazione ed uso dei vettori in Fisica.
- Cinematica del punto: velocità e accelerazione nei moti rettilinei e curvilinei; moto relativo; cambiamento del sistema di riferimento.
- Dinamica del punto: leggi di Newton; forza, massa, quantità di moto, sistemi inerziali; conservazione della quantità di moto; forze di campo (gravità e forze elastiche), vincoli e attriti, forze inerziali; lavoro; teorema dell'energia cinetica; campi conservativi ed energia potenziale.
- Dinamica dei sistemi: centro di massa; conservazione della quantità di moto, dell'energia e del momento angolare; moto nel sistema del centro di massa; urti; oggetti a massa variabile; dinamica rotatoria dei corpi rigidi e momento d'inerzia.
- Statica dei corpi rigidi; statica dei fluidi.
- Moto armonico; oscillazioni forzate e risonanza; cenni alle onde elastiche.
- Dinamica dei fluidi perfetti; tensione superficiale.
- Campo gravitazionale e leggi del moto planetario.
- Termometria: dilatazione termica; scale di temperatura; teoria cinetica dei gas.
- Calorimetria: conduzione del calore; sistemi termodinamici; equazione di stato dei gas perfetti e di Van der Waals; cambiamenti di stato.
- Primo principio della termodinamica e problematica relativa.
- Secondo principio della termodinamica: macchine termiche; ciclo e teorema di Carnot; teorema di Clausius; entropia.

*Esercitazioni.*

Esercitazioni numeriche a squadre sul programma del corso. Esercitazioni a mezze squadre in laboratorio su misurazioni di lunghezza, di massa e densità, di allungamento elastico, di momento d'inerzia, di viscosità, di calore specifico.

*TESTI CONSIGLIATI*

Lovera, Minetti, Pasquarelli - « Appunti di Fisica ».  
Lovera, Malvano, Minetti, Pasquarelli - « Calore e Termodinamica ».  
Alonso-Finn - « Elementi di Fisica per l'Università » vol. I, Meccanica.  
Minetti, Pasquarelli - « Esercizi di Fisica I ».

## FISICA I (per elettronici)

Prof. L. GONELLA      Corso di laurea in INGEGNERIA NUCLEARE  
 » M. OMINI            »   »   »   » INGEGNERIA CHIMICA

II PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

Come corso istituzionale del 1° anno, il corso è inteso a illustrare i principi fondamentali della meccanica e termodinamica, e fornire una base sufficiente a comprendere i problemi relativi, risolvere i più semplici, e poter sviluppare nei corsi successivi le tecniche specifiche di soluzione dei più complessi. Per la buona comprensione del corso si richiede la conoscenza di Analisi I.

*PROGRAMMA*

- Cenni di Metrologia: misurazioni e incertezza di misura; sistemi di unità; valutazione dell'incertezza in misurazioni indirette.
- Interpretazione ed uso dei vettori in Fisica.
- Cinematica del punto: velocità e accelerazione nei moti rettilinei e curvilinei; moto relativo; cambiamento del sistema di riferimento.
- Dinamica del punto: leggi di Newton; forza, massa, quantità di moto, sistemi inerziali; conservazione della quantità di moto; forze di campo (gravità e forze elastiche), vincoli e attriti, forze inerziali; lavoro; teorema dell'energia cinetica; campi conservativi ed energia potenziale.
- Dinamica dei sistemi: centro di massa; conservazione della quantità di moto, dell'energia e del momento angolare; moto nel sistema del centro di massa; urti; oggetti a massa variabile; dinamica rotatoria dei corpi rigidi e momento d'inerzia.
- Statica dei corpi rigidi; statica dei fluidi.
- Moto armonico; oscillazioni forzate e risonanza; cenni alle onde elastiche.
- Dinamica dei fluidi perfetti; tensione superficiale.
- Campo gravitazionale e leggi del moto planetario.
- Termometria: dilatazione termica; scale di temperatura; teoria cinetica dei gas.
- Calorimetria: conduzione del calore; sistemi termodinamici; equazione di stato dei gas perfetti e di Van der Waals; cambiamenti di stato.
- Primo principio della termodinamica e problematica relativa.
- Secondo principio della termodinamica: macchine termiche; ciclo e teorema di Carnot; teorema di Clausius; entropia.

*Esercitazioni.*

Esercitazioni numeriche a squadre sul programma del corso. Esercitazioni a mezze squadre in laboratorio su misurazioni di lunghezza, di massa e densità, di allungamento elastico, di momento d'inerzia, di viscosità, di calore specifico.

*TESTI CONSIGLIATI*

D. Halliday e R. Resnick - «Fondamenti di Fisica», parte I (Ambrosiana) con le appendici di Barbero, Mauroni e Strigazzi.  
 In alternativa: D. Halliday e R. Resnick - «Fisica» Parte I (Ambrosiana).

## FISICA II

Prof. F. DEMICHELIS	Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTRONICA
» P. MAZZETTI	» » » » INGEGNERIA CIVILE
» C. OLDANO	» » » » INGEGNERIA MECCANICA
» P. QUARATI	» » » » INGEGNERIA AERONAUTICA
» L. SERTORIO	» » » » INGEGNERIA CHIMICA

I PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

Il corso di Fisica II è istituzionale del II anno, esso tratta l'Elettromagnetismo, le Onde e l'Ottica geometrica.

Il corso comprende anche esercitazioni pratiche svolte dagli studenti su argomenti di Elettromagnetismo e Ottica.

Le esercitazioni teoriche riguardano la trattazione di problemi relativi all'argomento del corso.

Per la buona comprensione del corso si richiede la conoscenza di Analisi I, Analisi II, Fisica I.

## PROGRAMMA

- Carica elettrica, legge di Coulomb, sistema M.K.S.C.; campo elettrico, moto di cariche in campo elettrico; struttura della materia (cenni), legge di Faraday, esperienza di Millikan; potenziale ed energia potenziale; corrente elettrica e sua energia; dipolo elettrico (campo creato e forze a cui è soggetto in un campo esterno).
- Campo magnetico, forze esercitate su cariche in moto e correnti; galvanometro; momento magnetico di un circuito elettrico; strumenti per la misura della corrente; campo magnetico creato da un circuito chiuso, forze fra correnti, definizione dell'ampère.
- Flusso di un vettore; legge di Gauss in forma integrale e differenziale; polarizzazione della materia, vettore spostamento elettrico, costante dielettrica; capacità, condensatori, energia del campo elettrico; legge di Ohm, forza elettromotrice, principi di Kirchhoff; misura di tensione e di f.e.m.: voltmetro e potenziometro; legge di Ampère in forma integrale e differenziale; flusso del vettore; campo all'interno del solenoide; magnetizzazione della materia, vettore  $H$ , permeabilità magnetica, ferromagnetismo; equazioni di Maxwell per i campi stazionari.
- Campi magnetici variabili e forze elettromotrici indotte, circuiti mobili in campo magnetico; auto e mutua induzione, energia del campo magnetico, circuiti  $R, L$ ; conservazione della carica e flusso del vettore  $j$ ; equazioni di Maxwell in forma integrale e differenziale.
- Descrizione matematica delle onde; equazione differenziale dell'onda; onde trasversali in una corda, polarizzazione; onde sferiche; velocità di fase di gruppo; effetto Doppler; cenni di acustica.
- Onda elettromagnetica piana; effetto Compton; effetto fotoelettrico; onda elettromagnetica della materia, dispersione. I diversi tipi di radiazione elettromagnetica.
- Principio di Huygens, teorema di Malus, riflessione e rifrazione dell'onda piana; propagazione nei mezzi anisotropi; doppia rifrazione; dicroismo ed attività ottica; riflessione e rifrazione su una superficie sferica; lenti; strumenti ottici; prisma; aberrazione cromatica; principio di Fermat.
- Interferenza fra due o più sorgenti coerenti; onde stazionarie; fenomeni di diffrazione di Fraunhofer; aperture rettangolare e circolare, potere separatore degli strumenti; doppia fenditura e reticoli; diffrazione dei raggi X.

Esercitazioni teoriche sugli argomenti su cui verte la prova scritta (elettromagnetismo).

*Esercitazioni di laboratorio:*

- strumentazione elettrica (amperometri, voltmetri, ohm-metri, tester);
- sensibilità di un galvanometro;
- ponte di Wheatstone;
- caratteristica di un raddrizzatore;
- misura dell'indice di rifrazione col metodo del prisma;
- misura della lunghezza d'onda con i reticoli di diffrazione.

*TESTI CONSIGLIATI*

Alonso-Finn - «Elementi di Fisica per l'Università» Vol. II.  
Oldano - «Appunti di Fisica II».

## FISICA ATOMICA

Prof. RENATO MALVANO

Corso di laurea in INGEGNERIA NUCLEARE

II PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

Il corso è inteso come introduzione alla fisica moderna e si compone di tre parti:

- fondamenti di relatività ristretta; <sup>o</sup>
- fondamenti di meccanica quantistica; <sup>oo</sup>
- elementi di fisica atomica e molecolare. <sup>oo</sup>

*Materie propedeutiche:*

Fisica I, II; Analisi I, II; Geometria.

## PROGRAMMA

I fondamenti di relatività comprendono: gli esperimenti cruciali che conducono alla revisione dei concetti di spazio e tempo; struttura teorica e risultati salienti della cinematica e dinamica relativistiche.

La seconda parte comprende gli esperimenti di fisica del microscopico classicamente inesplicabili e lo sviluppo della nuova teoria dal punto di vista ondulatorio. Il nucleo di tale sviluppo è la definizione del concetto di stato di un sistema microscopico e lo studio della sua evoluzione spaziale e temporale (eq. di Schrödinger). Parte prevalente ha lo studio degli stati stazionari.

Nella terza parte sono inclusi: la trattazione dell'atomo di idrogeno e dei sistemi idrogenoidi; cenni al comportamento degli atomi in campi esterni; proprietà fondamentali degli atomi complessi; interpretazione quantistica del legame molecolare.

*Esercitazioni.*

Il corso comprende esercitazioni numeriche volte a familiarizzare lo studente con l'aspetto quantitativo dei problemi teorici, riconnettendoli a problemi di interesse ingegneristico. Comprende inoltre esercitazioni di laboratorio vertenti sugli esperimenti cruciali.

## TESTI CONSIGLIATI

- <sup>o</sup> R. Resnick - «Introduzione alla relatività ristretta» - Ed. C.E.A., Milano, 1969.
- «La Fisica di Feynman» - vol. I, cap. 15, 16, 17 - Ed. Addison-Wesley (bilingue).
- E. Persico - «Introduzione alla fisica matematica» - Ed. Zanichelli, 1941.
- <sup>oo</sup> D. Barbero, R. Malvano - «Introduzione alla fisica atomica e molecolare» - Ed. C.E.A., Milano, 1975.
- Alonso-Finn - «Fundamental University Physics» - Addison-Wesley - V. III
- «Feynman lectures on Physics» - Vol. III - Addison-Wesley.
- E. Persico - «Fondamenti della meccanica atomica» - Zanichelli, 1945.

## FISICA DELLO STATO SOLIDO

Prof. MARIO RASETTI

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTRONICA

I PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

Il corso ha carattere introduttivo all'applicazione dei principi generali della fisica moderna allo studio delle proprietà dei solidi. L'approfondimento dei vari argomenti è uniforme, fatta eccezione per la parte finale, che è dedicata allo studio più dettagliato delle proprietà dei semiconduttori.

È indispensabile, ai fini della comprensione del corso, il superamento preliminare degli esami di Analisi I e II, Geometria, Fisica I e II, Complementi di Matematica, Elettrotecnica Generale. È consigliabile che gli studenti prevedano nel loro piano di studi gli esami di Fisica Matematica e Fisica Atomica, sostengano questi ultimi in precedenza.

## PROGRAMMA

1. Principi generali di fisica moderna.
  - 1.1 - Richiami di meccanica classica.
  - 1.2 - Elementi di meccanica quantistica.
  - 1.3 - Elementi di meccanica statistica, classica e quantistica.
2. Dinamica dei reticoli cristallini.
  - 2.1 - Forme dei legami interatomici; strutture cristalline e simmetrie. Lo spazio reciproco.
  - 2.2 - Dinamica dei reticoli: matrice dinamica; coordinate normali, relazioni di dispersione.
  - 2.3 - Conteggio dei modi e densità degli stati.
  - 2.4 - Quantizzazione: fononi e loro interazioni.
  - 2.5 - Proprietà macroscopiche dei solidi dipendenti dalla dinamica reticolare:
    - a) proprietà elastiche e meccaniche;
    - b) proprietà termodinamiche (calore specifico);
    - c) proprietà fotoelastiche;
    - d) onde di spin.
3. Dinamica degli elettroni nei cristalli.
  - 3.1 - Teoria a bande: proprietà generali e metodi di calcolo.
  - 3.2 - Interazioni elettroni-fononi. Superficie di Fermi.
  - 3.3 - Proprietà macroscopiche legate alla struttura delle bande; conducibilità termica ed elettrica, magnetoresistenza, costante dielettrica:
    - a) metalli
    - b) isolanti
    - c) semiconduttori.
4. I Semiconduttori.
  - 4.1 - Statistica dei portatori di carica in equilibrio.
  - 4.2 - Equazioni del trasporto. Calcolo di proprietà macroscopiche:
    - a) mobilità e conduttività;
    - b) coefficienti di Hall;
    - c) piezoresistenza.
  - 4.3 - La forma delle bande nei semiconduttori reali.

## Esercitazioni.

Le esercitazioni sono teoriche e comprendono applicazioni numeriche e complementi al corso.

## TESTI CONSIGLIATI

Non viene consigliato alcun libro di testo perchè vengono distribuite fra gli studenti copie di note manoscritte dal titolare del corso.



## FISICA DEL REATTORE NUCLEARE

Prof. SILVIO EDOARDO CORNO

Corso di laurea in INGEGNERIA NUCLEARE

II PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

Il corso si prefigge chiarire i principi fisici di funzionamento dei reattori nucleari a fissione dal punto di vista del bilancio neutronico, sia in condizioni statiche che dinamiche.

I principali metodi fisico-matematici della neutronica applicata vengono analizzati coll'intento di evidenziare il loro effettivo significato fisico, nonché le dirette implicazioni ingegneristiche della teoria.

## PROGRAMMA

Il programma comprende:

- 1° - *Brevi richiami di Fisica Nucleare.* Interazione dei neutroni coi mezzi materiali; fissione dei nuclei pesanti e bilancio energetico. Fondamenti concettuali della teoria di una generica reazione a catena. I neutroni come portatori della catena. Classificazione dei reattori a fissione.
- 2° - *Diffusione e rallentamento dei neutroni nei mezzi materiali.* Equazione di diffusione monocinetica. Moderatori. Rallentamento continuo. Metodo a multigruppi energetici. Cenni all'equazione del trasporto di Boltzmann.
- 3° - *Teoria della criticità delle strutture moltiplicanti.* Interazione tra sorgenti neutroniche e mezzi moltiplicanti. Equazione critica dei reattori omogenei nudi, in diverse approssimazioni. Teoria della età alla Fermi. Reattori riflessi e a più zone. Transitori spettrali di interfaccia. Cenni ai due teoremi fondamentali della Fisica dei reattori.
- 4° - *Reattori eterogenei.* Necessità ed effetti della eterogeneità. Catture in risonanza, moltiplicazioni veloci, «utilizzazione termica» nei reticoli. Strutture ad acqua, a grafite gas ed a metallo liquido.
- 5° - *Cinetica delle strutture moltiplicanti.* Influenza dei neutroni ritardati. Soluzione delle equazioni dinamiche in diverse approssimazioni. Cenni alle retroazioni di temperatura e densità del moderatore.
- 6° - *Reattività a lungo termine.* Evoluzione del combustibile sotto irraggiamento. Avvelenamento da prodotti da fissione. Rapporto di conversione nei reattori provati ed avanzati. Autofertilizzazione nei reattori veloci al sodio.
- 7° - *Il controllo delle reazioni a catena.* Teoria elementare delle barre di controllo. La «funzione importanza» dei neutroni agli effetti del controllo. Nozioni elementari sulla stabilità.
- 8° - *Metodi perturbativi nella statica e nella dinamica.* Cenni ai metodi di calcolo digitale.

## Esercitazioni.

È prevista una mezza giornata settimanale, con eventuali collegamenti interdisciplinari.

*Corsi propedeutici.* Complementi di matematica (Fisica Atomica e Fisica Nucleare).

## TESTI CONSIGLIATI

- J.R. Lamarsh - «Introduction to Nuclear Reactor Theory», ed. Addison-Wesley, 1966.  
 A.M. Weinberg, E.P. Wigner - «The Physical Theory of Neutron Chain Reactors», The University of Chicago press, 1958.  
 V. Boffi - «Fisica del reattore nucleare», Patron, 1975, 2 voll.  
 Appunti del docente.

## FISICA MATEMATICA (per nucleari ed elettronici)

Prof. GUIDO RIZZI

Corso di laurea in INGEGNERIA NUCLEARE

I PERIODO DIDATTICO

## NOTIZIE GENERALI

*Corsi propedeutici.*

Analisi I e II; Fisica I e II. È in particolare opportuna una discreta conoscenza dell'elettromagnetismo classico (eq. di Maxwell e loro principali implicazioni, con particolare riguardo alle questioni energetiche).

*Scopo del corso.*

Attraverso un'introduzione alla relatività particolare, che concede ampio spazio alle questioni metodologiche, il corso intende perseguire questi obiettivi:

- a) proporre una visione sintetica, rigorosa e concettualmente semplice di un ampio dominio della fisica (meccanica ed elettrodinamica);
- b) familiarizzare lo studente con una mentalità, un linguaggio, una metodologia che potranno essergli utili sia per approfondire la propria cultura scientifica («leggere i libri»), sia per rendere meno difficile un'eventuale collaborazione con i fisici.

## PROGRAMMA

Gli argomenti trattati sono i seguenti:

- 1) *Calcolo tensoriale.* Vengono presentate le tecniche matematiche più utili per lo studio dei campi e della relatività. Tali tecniche saranno utilizzate sistematicamente in tutto il corso.
- 2) *Meccanica relativistica.* Dando per scontati i fondamenti della meccanica relativistica, già trattati nel corso di fisica atomica (è comunque previsto un seminario su questi argomenti, dedicato a quegli studenti il cui piano di studi non prevede tale corso), viene senz'altro introdotto il concetto di spaziotempo pseudoeuclideo. In questo contesto viene presentata la meccanica relativistica della particella, sia con massa propria costante sia con massa propria variabile, riprendendo i concetti di massa, forza, energia, impulso, momento angolare. Si accenna inoltre all'estensione della meccanica relativistica ai sistemi di particelle e ai continui incoerenti. Particolare attenzione è rivolta ai teoremi di conservazione.
- 3) *Elettromagnetismo relativistico.* In questa parte, che è la più ampia del corso (e anche la più utile alla formazione di una mentalità fisica moderna), la teoria dell'elettromagnetismo viene formulata nel suo ambiente più naturale: lo spaziotempo. Si introducono così i personaggi principali della teoria (tensore elettromagnetico, 4-vettore distribuzione elettrica, 4-potenziale elettromagnetico, tensore energetico del campo, ecc.) e le loro proprietà: si esprimono le equazioni fondamentali dell'elettrodinamica in forma covariante nello spaziotempo; si determinano le leggi di trasformazione dei vettori di campo, nonché gli invarianti del campo; ci si occupa del 4-potenziale elettromagnetico e dell'irraggiamento per onde piane; si concede ampio spazio alle questioni energetiche. Infine si studia il campo generato da una carica in moto uniforme, e l'irraggiamento di una carica in moto arbitrario.

Il corso si conclude con un breve argomento monografico da concordare con gli studenti: particolarmente richiesta negli anni scorsi è stata la formulazione variazionale delle equazioni fondamentali dell'elettrodinamica, al fine di rendere facilmente accessibile la maggior parte dei libri di fisica (ad es. i volumi della serie Landau-Lipscitz, che utilizzano in modo sistematico i metodi variazionali).

*Esercitazioni.*

Si è preferito evitare un'inutile separazione tra lezioni ed esercitazioni. Sono comunque previsti lavori (facoltativi), individuali o di gruppo, su argomenti concordati con il docente e parzialmente sostitutivi dell'esame finale.

## FISICA NUCLEARE

Prof. GIUSEPPE LOVERA

Corso di laurea in INGEGNERIA NUCLEARE

I PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

Il corso di Fisica Nucleare è indirizzato a fornire una informazione di base, sia sperimentale che teorica, sul nucleo ed i fenomeni nucleari, in particolare in vista delle applicazioni di queste conoscenze nell'ambito di corsi successivi, specifici dell'indirizzo di ingegneria nucleare.

*Corsi propedeutici consigliati:*

Fisica I e II, Meccanica Razionale, Analisi I e II, Geometria, Complementi di Matematica, Fisica Atomica.

*PROGRAMMA*

*Radioattività*, naturale ed artificiale - Decorso temporale del fenomeno - Famiglie radioattive - Datazione con procedimenti radioattivi.

*Rivelatori delle radiazioni nucleari* - Diversi tipi, sia visualizzatori delle tracce di particelle ionizzanti, sia afferenti alle tecniche non visive.

*Acceleratori di particelle.*

*Primi fenomeni nucleari provocati.*

*Struttura del nucleo atomico e modelli nucleari* - Caratteristiche generali delle forze nucleari - Modelli nucleari a goccia, ed a strati.

*Radiazioni  $\alpha, \beta, \gamma$*  - Loro caratteristiche, ed interazioni con i mezzi materiali - Processi nucleari di emissione.

*Reazioni nucleari* - Metodi di osservazione - Energia di reazione - Nucleo composto - Sezione d'urto - Risonanze - Reazioni ordinarie prodotte dai neutroni - Fissione - Reazioni termonucleari.

*Esercitazioni di laboratorio di Fisica Nucleare*, riguardanti sia la determinazione di alcune caratteristiche essenziali dei rivelatori di particelle, sia alcuni casi tipici di impiego dei medesimi in problemi di Fisica nucleare.

*TESTI CONSIGLIATI*

Appunti del corso di Fisica Nucleare.

Per consultazione:

- Bayet - « Physique Nucléaire ».
- Burcham - « Nuclear Physics ».
- Segrè - « Nuclei e particelle ».

Comune a più corsi di laurea

I PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI**Scopo del corso.*

Studio delle varie modalità della conversione energetica, in particolare da energia termica ad energia meccanica e viceversa, e dei processi di trasmissione termica. Il corso si articola pertanto in tre parti:

- Termodinamica - riguardante lo studio dei cicli della conversione termodinamica diretta (macchine termiche a vapore ed a gas) ed inversa (macchine frigorifiche e per la liquefazione dei gas), nonché lo studio delle miscele di aria vapore acqueo (aria umida) e delle relative trasformazioni connesse al condizionamento dell'aria umida.
- Fluidodinamica - concernente lo studio delle circostanze di moto dei fluidi comprimibili (gas e vapori) ed incomprimibili (liquidi) nei condotti e quindi il dimensionamento dei condotti e delle reti di condotti.
- Termocinetica - comprendente lo studio delle varie modalità della trasmissione termica (conduzione, convezione ed irraggiamento), nonché degli ambienti e delle apparecchiature (scambiatori, camere di combustione), nei quali si attua la trasmissione.

*Corsi propedeutici:*

Materie del biennio ed in particolare l'Analisi Matematica e la Fisica Sperimentale.

*PROGRAMMA**Termodinamica.*

Sistemi termodinamici - Processi termodinamici.

Lavoro termodinamico - Lavoro di spostamento - Lavoro tecnico.

Trasformazioni reversibili - Energia termica - Calori specifici.

1° principio della termodinamica - Gas ideali - Equazione di stato.

Trasformazioni termodinamiche.

2° principio della termodinamica - Entropia.

Funzioni dello stato termodinamico: energia libera, entalpia libera - Diagrammi entropici.

Cicli termodinamici per macchine alternative a gas.

Cicli termodinamici per macchine a gas a flusso continuo.

Cicli rigenerativi.

Cicli inversi - Ciclo di Carnot inverso - Ciclo di Joule inverso.

Proprietà dei vapori - Diagrammi di stato - Diagramma di coordinate ( $p, v$ ).

Diagramma entropico e di Mollier per i vapori.

Cicli termodinamici dei vapori - Ciclo Rankine - Clausius; ciclo Hirn; cicli a surriscaldamento ripetuto.

Cicli rigenerativi - Cicli per macchine termiche di grande potenza.

Rigenerazione - Calcoli dei rendimenti.

Cicli inversi a vapore.

Cicli per basse temperature.

Cicli inversi in cascata.

Cicli per la liquefazione dei gas.

Gas reali - Equazioni stato gas reali - Equazione Van der Waals.

Effetto Joule Thomson - Effetto variazione calori specifici sull'andamento delle trasformazioni.

Diagramma di Mollier aria umida.

Impianti di condizionamento dell'aria - Trasformazioni termodinamiche aria umida.

#### *Fluidodinamica.*

Equazione del moto dei fluidi nei condotti.

Equazione di continuità energia - Eq. Bernoulli - Eq. generalizzata energia.

Tipi di movimento: laminare, turbolento - Perdite di carico - Numero di Reynolds.

Coefficiente di attrito - Diagramma di Moody - Perdite accidentali.

Efflusso degli aeriformi - Equazioni - Profilatura dei condotti - Ugelli d'efflusso - Efflusso in parete sottile.

Misure di portata per liquidi incomprimibili e comprimibili.

Calcolo dei circuiti per impianti di riscaldamento ad acqua calda.

Calcolo dei camini.

Calcolo dei condotti per la distribuzione dell'aria di ventilazione.

#### *Termocinetica.*

Irraggiamento.

Conduzione termica in regime permanente.

Resistenze termiche in serie e parallelo.

Conduzione termica in regime transitorio.

Convezione termica - Strato limite di velocità - Strato limite turbolento.

#### *Esercitazioni grafiche.*

Applicazioni numeriche illustranti le definizioni di lavoro esterno, lavoro tecnico delle macchine e lavoro di spostamento, la prima e la seconda legge della termodinamica.

Tracciamento di cicli termodinamici diretti ed inversi di gas perfetti e di vapori.

Applicazioni numeriche riguardanti il moto dei fluidi e la trasmissione del calore.

Progetto di apparecchi per scambio termico.

Calcolo di un impianto di illuminazione.

#### *Esercitazioni sperimentali.*

Rilievo dell'umidità atmosferica con psicometro e igrometri a cloruro di litio.

Misura della portata dell'aria in un condotto con tubo di Pitot e micromanometro.

Misura della conducibilità termica di materiale da costruzione.

Rilievo della caratteristica di un ventilatore.

Rilievo delle caratteristiche di un compressore.

Rilievo sperimentale del coefficiente di trasmissione termica in scambiatori di calore.

Misura del titolo del vapore acqueo.

Misura del livello sonoro di un ambiente e del tempo di riverberazione acustica di un locale - Correzione acustica.

#### **TESTI CONSIGLIATI**

P.E. Brunelli - G. Codegone - «Corso di Fisica Tecnica».

**FISICA TECNICA (civili)**

Prof. C. LOMBARDI

Corso di laurea in INGEGNERIA CIVILE

II PERIODO DIDATTICO

**NOTIZIE GENERALI****Esami propedeutici:**

Fisica I e Fisica II.

**PROGRAMMA****Illuminazione.**

Sorgenti di luce naturali ed artificiali. Calcolo dell'illuminamento per sorgenti puntiformi, lineari, di superficie e di volume. Illuminazione degli interni. Colorimetria ed abbigliamento.

**Acustica architettonica.**

Definizioni. Criteri di valutazione del livello acustico di un rumore, del disturbo e del danno all'apparato uditivo. Assorbimento acustico. Proprietà acustiche degli ambienti chiusi. Isolamento acustico di locali, macchine, condotti di ventilazione. Misure acustiche.

**Trasmissione del calore.**

Conduzione, convezione, irraggiamento e miscela. Trasmissione del calore attraverso pareti piane, cilindriche ed alettate. Calcolo del carico termico degli impianti di riscaldamento e di condizionamento. Scambiatori di calore.

**Termodinamica.**

Generalità. Gas ideali: leggi fondamentali, trasformazioni, cicli. Gas reali. Vapori: trasformazioni, diagrammi e cicli termodinamici per impianti termoelettrici. Miscele di aria e vapore: impianti di condizionamento dell'aria. Benessere.

**Moto dei fluidi.**

Equazioni generali del moto. Resistenze dell'attrito. Riscaldamento a termosifoni. Camini.

**Caldaie da riscaldamento.**

Cenni sui tipi più usati.

**Esercitazioni.****Di laboratorio:**

misure di illuminamento. Misure di flusso luminoso. Misure di livello acustico, di tempo di riverberazione e di isolamento acustico. Misure con psicrometro. Misure di conduttanza termica, di portata di fluidi.

**Di calcolo:**

illuminazione di strade e di interni. Progetto acustico di una sala di riunione. Profilo di una volta ortofonica. Progetto di un impianto di riscaldamento o di condizionamento.

**TESTI CONSIGLIATI**

Brunelli-Codegone - «Corso di Fisica Tecnica».

## FISICA TECNICA (I e II corso per elettronici)

Prof. C. BOFFA, P. GREGORIO

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTRONICA

I PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

**Esami propedeutici:** Analisi I, Analisi II, Complementi di Matematica, Fisica I, Fisica II, Elettrotecnica.

### PROGRAMMA

Il corso si può dividere essenzialmente nelle 4 parti seguenti:

**Illuminazione** - Forniti gli elementi necessari di fisica atomica, viene svolta la teoria del funzionamento dei laser, ne vengono descritti i tipi principali attualmente in uso e ne sono poi esaminate le applicazioni alla telemetria laser, alle telecomunicazioni ed alla olografia.

Dato quindi un cenno ai tipi principali di sorgenti luminose, con relativi metodi di calcolo, viene svolta la teoria tricromatica della visione colorata, con particolare riferimento ai problemi di colorimetria.

**Acustica** - Premesse alcune definizioni generali di acustica (equazioni d'onda piane e sferiche, radiazione, ecc...) sono introdotti i concetti di analogia elettromeccanica ed impedenza meccanica, con applicazione alle membrane e piastre circolari. Sono trattati i trasduttori elettromeccanici, partendo dalle equazioni del microfono e della sorgente, per giungere ai tipi principali di microfoni ed altoparlanti ed alle loro grandezze caratteristiche.

Vengono infine esaminati i suoni dal punto di vista fisiologico e le sensazioni auditive e si forniscono i principi della acustica ambientale.

**Termodinamica** - Sono analizzati i principi della termodinamica ed introdotte le principali funzioni dello stato termodinamico, sia per i gas ideali che per i gas reali. Fornite alcune generalità sui cambiamenti di stato, sono passati in rassegna i tipi principali di cicli diretti ed inversi per gas e vapori, con particolare riferimento ai cicli delle macchine termiche.

Viene quindi trattata la termodinamica dei fenomeni termoelettrici ed il problema della conversione diretta dell'energia.

**Termocinetica** - Sono introdotti i concetti principali relativi al moto dei fluidi (equazioni del moto, numero di Reynolds, resistenze passive, ecc...) con alcune applicazioni. Sono poi analizzati i vari modi di trasmissione del calore (conduzione, convezione, irraggiamento) ed i problemi connessi con la propagazione termica; viene infine svolta una trattazione particolare sugli scambiatori di calore con superfici alettate (dissipatori) e la loro applicazione alla refrigerazione di componenti elettronici.

### NOTE SULLE ESERCITAZIONI

#### *Esercitazioni di laboratorio.*

Laser: determinazione del coefficiente di attenuazione della luce di un laser ad elio-neon in vari materiali ed esame del laser stesso. Pirometro ottico.

Analizzatore di suoni B. e K. Realizzazione di analoghi elettrici e di filtri acustici.

Termopile e tarature di termocoppie.

Torcia a plasma: taratura ed esame dell'apparecchiatura.

#### *Esercitazioni di calcolo.*

Calcolo dell'illuminazione di strade e ambienti - Calcolo di componenti elettroacustici di microfoni ed altoparlanti. Cicli termodinamici delle macchine termiche - Calcolo di un refrigeratore termoelettrico - Calcolo di alette di raffreddamento.

### TESTI CONSIGLIATI

C. BOFFA, P. GREGORIO - «Elementi di Fisica Tecnica per allievi ingegneri elettronici», Levrotto & Bella 1973. Nel testo suddetto è contenuta un'ampia bibliografia relativa a tutti gli argomenti trattati nel corso.

**FISICA TECNICA (Elettrotecnici)**  
 Prof. ALFREDO SACCHI

Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTROTECNICA

II PERIODO DIDATTICO

*NOTIZIE GENERALI*

*Esami propedeutici:*

Fisica I, Analisi I e II.

*PROGRAMMA*

*Illuminazione.*

Sorgenti di luce naturali ed artificiali. Calcolo dell'illuminamento per sorgenti puntiformi, lineari, di superficie e di volume. Colorimetria ed abbagliamento.

*Acustica architettonica.*

Definizioni. Criteri di valutazione del livello acustico di un rumore, del disturbo e del danno all'apparato uditivo. Intelligibilità. Assorbimento acustico. Proprietà acustiche degli ambienti chiusi. Isolamento acustico di locali, macchine e condotti di ventilazione. Misure acustiche.

*Termodinamica.*

Generalità. Gas ideali: leggi fondamentali, trasformazioni, cicli. Gas reali. Vapori: trasformazioni, diagrammi e cicli termodinamici per impianti termoelettrici e frigoriferi. Miscele di aria e di vapore: cenni di impianti di condizionamento dell'aria.

*Trasmissione del calore.*

Conduzione, convezione, irraggiamento e miscela. Trasmissione del calore attraverso pareti piane, cilindriche ed alettate. Scambiatori di calore. Spunti di seconda approssimazione per la convezione del calore.

*Moto dei fluidi.*

Equazione generale del moto. Resistenze di attrito. Efflusso degli aeriformi. Misure di portata. Iniettori ed eiettori. Riscaldamento ad acqua calda. Camini. Ventilazione.

*Generatori di vapore.*

Descrizione dei principali tipi realizzati. Resistenza organica.

*Esercitazioni.*

*Di laboratorio:*

misure di illuminamento. Misure di flusso luminoso. Misure di livello acustico, di tempo, di riverberazione e di isolamento acustico. Misure con psicrometro. Misure di conduttanza termica, di portata di fluidi.

*Di calcolo:*

illuminazione di cabine elettriche. Progetto acustico di una cabina di comando di centrale termoelettrica. Progetto di massima di una centrale termoelettrica e di alcuni componenti.

*TESTI CONSIGLIATI*

Brunelli-Codegone - «Corso di Fisica Tecnica».



**FISICA TECNICA (per meccanici)**  
 Proff. PAOLO ANGLÉSIO, PAOLO BONDI

Corso di laurea in INGEGNERIA MECCANICA

II PERIODO DIDATTICO

**PROGRAMMA**

*Illuminotecnica.*

Unità fondamentali: fotometriche ed energetiche.  
 Sorgenti luminose a incandescente e a luminescenza.  
 Calcolo di illuminamento di sorgenti puntiformi, lineari e superficiali.

*Acustica applicata.*

Audiogramma normale.  
 Caratteristiche acustiche dei materiali - Ambienti chiusi, riverberazione.  
 Isolamento acustico - Isolamento delle macchine.

*Termodinamica.*

Grandezze fondamentali.  
 Gas perfetti e gas reali, proprietà ed equazioni di stato (diagrammi di Clapeyron e Amagat).  
 Sistemi termodinamici aperti e chiusi - Trasformazioni termodinamiche.  
 Scambio di energie: lavoro e calore, il principio della termodinamica (energia interna e entalpia).  
 Conversioni di energia, il principio - Entropia e diagrammi entropici (Gibbs e Mollier).  
 Cicli termodinamici per macchine a gas.  
 Proprietà dei vapori - Cicli termodinamici per macchine a vapore.  
 Effetto Joule - Thomson - Cicli inversi a gas e a vapore.  
 Miscela aria-vapore, diagramma di Mollier dell'aria umida - Applicazioni al condizionamento dell'aria.

*Termofluidodinamica.*

Equazioni della conservazione della massa, della quantità di moto e dell'energia.  
 Tipi di moto: laminare e turbolento - Numero di Reynolds.  
 Resistenze al moto: distribuite e localizzate.  
 Efflusso degli aeriformi: subsonico e supersonico.  
 Misuratori di velocità e di portata: teoria e normativa.  
 Iniettori ed eiettori.  
 Moto nei condotti a circolazione naturale e forzata (applicazione ai camini ed agli impianti di riscaldamento).  
 Trasmissione del calore per conduzione, convezione ed irraggiamento.  
 Applicazioni al problema del muro, del tubo e delle alettature.  
 Scambiatori di calore e circolazione diretta e inversa.  
 Metodi di seconda approssimazione per calcoli di convezione (Reynolds-Prandtl, Nusselt, analisi dimensionale).

*Generatori di calore.*

Grandezze caratteristiche ed elementi costitutivi.  
 Caldaie per riscaldamento - Generatori di aria calda.  
 Generatori di vapore: a tubi di fumo, a tubi d'acqua.  
 Tipi costruttivi: ad irraggiamento, a circolazione naturale, assistita, combinata e ad attraversamento forzato.  
 Resistenze organiche: cavi del cilindro sottile premuto dall'interno e dall'esterno, sollecitazioni meccaniche anche in presenza di flussi termici.

*Esercitazioni di laboratorio:* acustica (rumorosità delle macchine) - termodinamica (umidità dell'aria) - termofluidodinamica (misure di velocità, portata e flusso termico).  
 Generatori di calore (visita ad una centrale termica).

*Esercitazioni grafiche e di calcolo:* illuminotecnica (ambiente aperto) - termodinamica (ciclo a gas con e senza attriti - ciclo a vapore con rigenerazione) - termofluidodinamica (resistenze al moto e trasmissione del calore in uno scambiatore) - generatori di calore (bilancio termico e resistenze organiche).

**TESTI CONSIGLIATI**

C. Codegone - «Trattato di Fisica Tecnica» - ed. Giorgio - Torino.

**FOTOGRAMMETRIA**

Prof. BRUNO ASTORI

Corso di laurea in INGEGNERIA CIVILE

II PERIODO DIDATTICO

**NOTIZIE GENERALI**

Il corso comprende n° 60 ore di lezione e n° 12 esercitazioni di 3 ore ciascuna.

*Esame propedeutico:* Topografia.

**PROGRAMMA**

Formule fondamentali di trasformazione della Fotogrammetria - Elementi di ottica fotogrammetrica - Camere da presa e orientamento interno - Gelatine, supporti e processi fotografici - Voli fotogrammetrici e loro organizzazione - Visione stereoscopica - Strumenti restitutori analogici - Orientamento esterno dei fotogrammi - Operazioni di restituzione - Determinazione dei punti di appoggio e triangolazione aerea analogica - Fotogrammetria analitica - Metodi di raddrizzamento e ortofotografia - Fotogrammetria terrestre - Collaudo dei rilievi fotogrammetrici.

**Esercitazioni.**

Visione stereoscopica - Descrizione ed uso dei seguenti strumenti: PH/VI OMI - B/2 OMI - Stereosimplex II Off. Galileo - Fotostereografo IV Off. Galileo - Esecuzione dell'orientamento relativo - Cenni sul dimensionamento e orientamento assoluto - Puntinatura fotogrammi e triangolazione aerea con Monocomparatore TA1/P OMI - Esempi di progettazione stradale con metodi automatici - Fotogrammetria terrestre - Catasto numerico.

**TESTI CONSIGLIATI**

Astori-Solaini - «Fotogrammetria» - Ed. CLUP - Milano.

## GASDINAMICA

Prof. GIOVANNI JARRE

Corso di laurea in INGEGNERIA AERONAUTICA

II PERIODO DIDATTICO

### NOTIZIE GENERALI

È utile aver superato gli esami di Fisica e Fisica Tecnica.

### PROGRAMMA

Richiami di termodinamica, aerodinamica e teoria cinetica dei gas - Bilanci di massa, quantità di moto ed energia per fluidi perfetti e per fluidi reali - Bilancio entropico e cenni di termodinamica dei processi irreversibili.

Correnti libere: getti, scie e zone di miscelamento: instabilità del regime laminare e fenomenologia del regime turbolento.

Resistenza di attrito e di forma - Teoria elementare dello strato limite laminare e turbolento; profili di velocità e leggi di resistenza - Effetti di accelerazione e decelerazione di aspirazione e soffiatura, di riscaldamento e raffreddamento - Effetto della rugosità superficiale.

Fenomeni aerotermodinamici: il riscaldamento aerodinamico ad alta velocità; lo strato limite termico; l'analogia di Reynolds fra attrito e trasmissione termica e sue estensioni - I transitori aerotermodinamici: richiami sui fenomeni di conduzione permanente e non permanente; lo shock termico.

Effetti dell'irraggiamento termico: temperature dei pianeti e di satelliti artificiali; refrigerazione per irraggiamento alle alte temperature prodotte per attrito.

Aerotermodinamica delle miscele: richiami sull'aria umida e sul raffreddamento evaporativo; analogia di Colburn fra attrito, trasmissione termica e scambio di massa: estensione alle alte velocità; raffreddamento per ablazione nel rientro atmosferico dallo spazio.

Aerotermodinamica: leggi dell'equilibrio chimico e cenni di cinetica chimica in fase gassosa; studio della dissociazione e della ionizzazione prodotte per urto o per attrito, alle velocità ipersoniche.

Moti unidimensionali non permanenti o non isoenergetici: onde di espansione di compressione; teoria e tecnica del tubo d'urto; onde di condensazione di deflagrazione e di detonazione.

Metodi sperimentali della gasdinamica.

### Esercitazioni.

Applicazioni numeriche con impiego di dati e diagrammi dalla bibliografia; lavori teorici di gruppo; sperimentazioni elementari con le gallerie didattiche su modelli a strumentazione.

### TESTI CONSIGLIATI

Appunti Prof. Jarre.

Liepmann-Roshko - «Elements of Gasdynamics» - Ed. Wiley.

Ronald V. Giles - «Fluid Mechanics and Hydraulics» - Ed. Schaum.