

# CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA

Prof. Massimo MARCHETTI

Prof. di Tecnologia Meccanica

ESAME:

1981/82 - 1982/83 - 1983/84

1° PERIODO ESERCIZIO

1981/82 - 1982/83 - 1983/84

INTEZZITÀ, Marche, ottobre 1983

1981/82 - 1982/83 - 1983/84

Obiettivo del corso è fornire al laureando una preparazione completa in materia di macchine utensili, in grado di fornire di questi ultimi una visione schematica, analitica e funzionale, e di provvedere all'individuazione dei problemi di lavorazione con particolare riferimento alle macchine utensili. Il corso prevede un esame finale di carattere generale, consistente nella risoluzione di problemi di natura pratica, e nella dimostrazione delle macchine utensili.

# CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA

Il corso prevede un esame finale di carattere generale, consistente nella risoluzione di problemi di natura pratica, e nella dimostrazione delle macchine utensili.

Analisi e progettazione di macchine utensili, in grado di fornire di questi ultimi una visione schematica, analitica e funzionale, e di provvedere all'individuazione dei problemi di lavorazione con particolare riferimento alle macchine utensili.

## PRESENTAZIONE

La prima parte del corso ha carattere prevalentemente propedeutico e di ampia panoramica sui principali argomenti in macchine utensili: vengono affrontati sviluppi ed usi di macchine utensili, operazioni di taglio con impiego di matricole. Ampio spazio viene dedicato alle macchine utensili a C.M. sviluppandosi in l'aspetto teorico ed in l'aspetto applicativo. Vengono trattate le basi del linguaggio di programmazione, la diretta connessione con le macchine a C.M. ai pacchi di sistemi integrati di produzione e di Computer Aided Manufacturing (C.A.M.). Vengono ancora trattate le lavorazioni per deformazione plastica, considerate come mezzo per l'ottenimento di semilavorati per le lavorazioni ad esplosione di stadi. In questa capitolo del corso si dà un breve cenno alle lavorazioni nella lamiera. La parte finale del corso è dedicata ad una panoramica nella tecnologia di lavorazione con macchinari (SOM, ECM, Laser, ecc.).

## ESERCITAZIONI

Il corso è integrato da una serie di lavori-esercitazioni, affrontati in forma di cicli di lavorazione e lo studio delle principali macchine utensili impiegate nella produzione meccanica: torni, trapani, fresatrici, alatrici, rettificatrici.

## TESTI CONSIGLIATI

- G.F. Micheli, *Il taglio dei metalli e le macchine utensili*, Utet, Torino.
- R. Ippoliti, *Appunti di Tecnologia meccanica*, Ed. Leumann & della, Torino, 1971.
- R. Grippio, *Macchine utensili e macchine utensili*, Ems, Kompan.

## CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA

Non è certo affermazione di parte asserire che la laurea in Ingegneria Meccanica è sempre stata un polo di attrazione e di riferimento per moltissimi studenti, e ciò non solo per implicazioni di carattere locale, ma anche per il vasto campo di lavoro e ricerca che essa ha offerto e offre tuttora in tutto il mondo.

Corso di Laurea di lunga tradizione dunque, che si articola in una serie di discipline che da sempre hanno costituito l'ossatura portante degli studi di ingegneria; ma anche Corso aperto alle innovazioni che Scienza e Tecnica impongono di mettere a disposizione dei futuri ingegneri.

Tramontata infatti la figura dell'ingegnere «Colombo e regolo» (ma è mai esistita?), è parso opportuno attivare materie con compiti certamente formativi, ma anche informativi sulle moderne tecniche oggi in uso, in modo da facilitare l'inserimento dei neolaureati nel mondo del lavoro.

Lo testimoniano i quattordici indirizzi in cui si articola il Corso, indirizzi che a loro volta sono talora suddivisi in sottoindirizzi in modo da consentire le più articolate ma organiche specializzazioni.

Al neo-studente non sfuggirà la presenza di discipline che forse non pensava di vedere inserite nel Corso di laurea «meccanico» (quelle cioè che trattano argomenti elettrici ed elettronici), così come forse gli sembreranno alquanto avveniristici titoli che lasciano intravedere tecniche di controllo e tecnologie d'avanguardia.

L'introduzione di tali corsi è stata invero effettuata oculatamente e con ponderatezza bilanciando per quanto possibile «classico» e «moderno» ben consci della responsabilità di suggerire un piano di studio che tenga conto non solo del lodevole giovanile interesse per tutto ciò che è novità ma anche delle future possibilità di impiego del neolaureato.

Per questo non è fuori luogo suggerire agli studenti di presentare piani di studio individuali che poco si discostino da quelli suggeriti e consigliati.

CORSI DI LARBA IN INGEGNERIA IN ITALIA

Non è certo l'esperienza di parte recente che la base di insegnamento è sempre stata un paio di discipline e il riferimento per i nostri studenti è non solo per l'esperienza di carattere locale, ma anche per il tempo di lavoro e ricerca che essa ha offerto e offre tuttora in tutto il mondo.

Corsi di laurea di lunga tradizione dunque, che si svolgono in una serie di discipline che da sempre hanno costituito l'ossatura portante degli studi di ingegneria, ma anche corsi aperti alle innovazioni che scienza e tecnica impongono di fatto e a disposizione dei futuri ingegneri.

Tra i corsi infatti la figura dell'ingegnere «classico» è sempre stata e sarà sempre tale, è parso opportuno attivare iniziative con compiti certamente formativi, ma anche che informino sulla moderna tecnica oggi in uso, in modo da facilitare l'adattamento del neolaureato nel mondo del lavoro.

Lo stesso vale per i corsi di laurea in cui si articola il Corso, indirizzi che a loro volta sono talora suddivisi in sottodirezioni in modo da consentire le più attive e avanzate specializzazioni.

Al neo-studente non sfugga la presenza di discipline che forse non passava di vedere inserite nel corso di laurea «meccanico» (quelle che trattano argomenti relativi ed elettronici), così come forse gli sembravano alquanto avicinate i temi che lasciano intravedere tecniche di controllo e tecnologia d'avanzata.

L'introduzione di tali corsi è stata invece effettuata oculatamente e con obiettività bilanciando per quanto possibile «classico» e «moderno» per conto della responsabilità di scegliere un piano di studio che tenga conto non solo dei livelli generali di interesse per tutto ciò che è novità ma anche delle future possibilità di impiego del neolaureato.

Per questo non è fuori luogo suggerire agli studenti di presentare fin dal primo anno di studio i loro interessi e le loro idee, e di discutere con gli insegnanti e con gli

## PROGRAMMI

Seguono in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti ufficiali del Corso di Laurea.

Degli insegnamenti ufficiali di altro Corso di Laurea, ma previsti nei piani individuali, è riportato il solo elenco alfabetico con i relativi riferimenti.

- IN032** Automazione  
vedi Corso di laurea in Ingegneria Elettronica
- IN072** Complementi di matematica  
vedi Corso di laurea in Ingegneria Elettrotecnica
- IN489** Controlli automatici  
vedi Corso di laurea in Ingegneria Elettronica
- IN518** Illuminotecnica  
vedi Corso di laurea in Ingegneria Civile
- IN210** Impianti chimici  
vedi Corso di laurea in Chimica
- IN216** Impianti elettrici  
vedi Corso di laurea in Elettrotecnica
- IN235** Ingegneria dell'anti-inquinamento  
vedi Corso di laurea in Chimica
- IN308** Motori per aeromobili  
vedi Corso di laurea in Ingegneria Aeronautica
- IN394** Tecnica della sicurezza nelle applicazioni elettriche  
vedi Corso di laurea in Ingegneria Elettrotecnica.

## TESTI CONSIGLIATI

A. Sullano (Ed.), *Ricerca operativa*, Ed. Zanichelli, 1975.

F. Hillier - G. Lieberman, *Introduzione alla Ricerca operativa*, Franco Angeli Editore, 1977.

Dispos. del Decreto.

INDICE

Seguono in ordine alfabetico i programmi degli insegnamenti previsti dal Corso di Laurea.  
 Per gli insegnamenti affidati ad altri Corsi di Laurea, nei quali non potrà esservi alcun rapporto di collegamento con i relativi programmi.

- 14001 Automazione  
 vedi Corso di laurea in Ingegneria Elettronica
- 14075 Complementi di matematica  
 vedi Corso di laurea in Ingegneria Elettronica
- 14889 Controlli automatici  
 vedi Corso di laurea in Ingegneria Elettronica
- 14514 Illuminotecnica  
 vedi Corso di laurea in Ingegneria Civile
- 14518 Impianti chimici  
 vedi Corso di laurea in Chimica
- 14526 Impianti elettrici  
 vedi Corso di laurea in Elettronica
- 14535 Ingegneria dell'anti-inquinamento  
 vedi Corso di laurea in Chimica
- 14308 Motori per aerei  
 vedi Corso di laurea in Ingegneria Aeronautica
- 14304 Teoria della sicurezza nelle applicazioni elettriche  
 vedi Corso di laurea in Ingegneria Elettronica

**IN582 APPLICAZIONI DELLA MATEMATICA ALL'ECONOMIA**

Prof. Luigi MONTRUCCHIO

DIP. di Matematica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Economico - Organizzativo

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

60 40

6 4

—  
—

*Il corso intende colmare le lacune presenti nei corsi di base di Matematica per quanto riguarda le tecniche analitiche utilizzabili nei problemi economici e finanziari, privilegiando gli aspetti connessi all'impresa nel mercato ed alla pianificazione e crescita dell'impresa. Il corso si articola in lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni al calcolatore. Sono propedeutici i corsi di Matematica del biennio.*

**PROGRAMMA**

Matematica finanziaria: capitalizzazione semplice e composta, cash-flow, attualizzazione, tasso di rendimento interno.

Cenni di Microeconomia: utilità ordinale e teoria neo-classica del consumatore, teoria dell'impresa.

Cenni di calcolo delle Probabilità e Statistica: variabili statistiche e casuali, distribuzioni e momenti. Correlazione e teoria della regressione lineare. Previsioni statistiche ed analisi delle serie temporali. Inferenza statistica: variabili campionarie, stimatori e proprietà.

Teoria delle decisioni in ambito certo: Ottimizzazione lineare e non lineare, Kuhn-Tucker, dualità, prezzi ombra, applicazioni.

Decisioni in ambito rischioso: utilità cardinali, propensione al rischio, selezione di portafogli ottimi.

Decisione incerte: teorie di min-max, teorie bayesiane.

Decisioni collettive: teoria dei giochi, ottimi paretiani, teorie di welfare, cenni sull'equilibrio economico generale, economie competitive, concorrenza imperfetta.

Modelli dinamici: simulazione e controllo di sistemi dinamici, scelte sequenziali, alberi di decisione e programmazione dinamica.

**TESTI CONSIGLIATI**

A. Siciliano (Ed.), *Ricerca operativa*, Ed. Zanichelli, 1975.

F. Hillier - G. Lieberman, *Introduzione alla Ricerca operativa*, Franco Angeli Editore, 1973.  
Dispense del Docente.

## IN458 ANALISI MATEMATICA I

Prof. Giuseppe GEYMONAT (1° corso) DIP. di Matematica

I ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	90	84	—
Corso di Laurea: ING. MECCANICA				

*Finalità del corso è fornire all'allievo le prime conoscenze di matematica. Tali conoscenze devono permettere all'allievo di districarsi nei calcoli utilizzando strumenti di calcolo numerico accessibili mediante i calcolatori tascabili. L'allievo deve inoltre acquisire il senso del rigore nelle dimostrazioni.*

*Il corso si svolge con lezioni, esercitazioni a corso unito, esercitazioni a squadre. Nozioni propedeutiche: nozioni di Algebra, Trigonometria, Geometria analitica, linguaggio della teoria degli insiemi.*

## PROGRAMMA

Richiami e complementi di teoria degli insiemi.

I numeri reali. I numeri macchina.

I numeri complessi.

Elementi di geometria analitica piana.

Nozioni di topologia su  $\mathbb{R}$  e su  $\mathbb{C}$ .

Definizione di continuità e di limite.

Calcolo sui limiti. Confronto di funzioni.

Derivata di una funzione e prime applicazioni.

Le funzioni elementari.

Proprietà globali delle funzioni continue.

Funzioni monotone. Funzioni convesse.

Teorema del valor medio e applicazioni primitive. Integrazione delle funzioni elementari.

Formula di Taylor. Polinomio oscillatore.

Trasversalità, stabilità strutturale.

Sviluppi asintotici.

Sistemi dinamici discreti.

Sistemi dinamici continui, equazioni differenziali ordinarie.

## ESERCITAZIONI

In esse vengono illustrati gli argomenti del corso.

## TESTI CONSIGLIATI

G. Geymonat, *Lezioni di Matematica 1*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1981.

## IN015 ANALISI MATEMATICA II

Prof. Fulvio RICCI (1° corso)  
 Prof. Maria MASCARELLO RODINO  
 (2° corso)

DIP. di Matematica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. MECCANICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

80 56

6 4

—  
—

*Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riferimento all'integrazione in più dimensioni, alla risoluzione delle equazione e dei sistemi differenziali ed ai metodi di sviluppi in serie.*

*Il corso comprende, oltre alle ore di lezione, ore di esercitazione.*

*Nozioni propedeutiche: si richiede allo studente il possesso dei metodi di calcolo e delle considerazioni di carattere teorico forniti dai corsi di Analisi matematica I e di Geometria.*

## PROGRAMMA:

Integrazione di funzioni di più variabili. Nozione di misura di un insieme e di integrale di una funzione. Formule di cambiamento di variabile. Solidi di rotazione.

Integrale di una funzione definita su una curva o una superficie. Superficie di rotazione.

Forme differenziali lineari. Nozione di forma esatta e di integrale di linea di una forma. Teorema di Green.

Campi vettoriali nello spazio. Rotore e divergenza di un campo. Flusso di un campo attraverso una superficie orientata. Teoremi di Gauss e Stokes.

Equazioni differenziali. Condizioni per l'esistenza e unicità della soluzione del problema di Cauchy. Alcune equazioni particolari. Equazioni e sistemi differenziali lineari. Proprietà delle soluzioni. Equazioni e sistemi lineari a coefficiente costanti.

Serie numeriche: proprietà e criteri di convergenza.

Serie di funzioni. Diversi tipi di convergenza: proprietà e criteri relativi. Serie di potenze. Raggio di convergenza. Sviluppi di Taylor e Mac Laurin. Applicazioni al calcolo approssimato di integrali e alla risoluzione di equazioni differenziali.

Serie di Fourier. Proprietà e criteri di convergenza; esempi di analisi armonica.

## ESERCITAZIONI

Parallelamente agli argomenti delle lezioni vengono svolti esercizi in aula e con applicazioni d'utilizzo di strumenti informatici (LAIB).

## TESTI CONSIGLIATI

P. Buzano, *Lezioni di matematica per allievi ingegneri*, vol. 3, Levrotto & Bella, Torino, 1976.

Leschiutta - Moroni - Vacca, *Esercizi di matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1982.

H.B. Dwight, *Tables of integrals and other mathematical data*, The Mac Millan Company, 1961.

## IN495 ACUSTICA APPLICATA

Prof. Alfredo SACCHI

DIP. di Energetica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Termotecnico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

70

4

Es.

30

2

Lab.

5

—

*Scopo del corso è di fornire gli elementi per la progettazione o per gli interventi di carattere acustico nelle sale per audizioni, negli stabilimenti industriali, nelle zone aeroportuali o soggette ad inquinamento acustico per il traffico autostradale; di mostrare le modalità di misure acustiche e dosimetriche.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, laboratori e visite.*

*Nozioni propedeutiche: Fisica I, e per quanto possibile Elettrotecnica.*

## PROGRAMMA

- 1) Conformazione orecchio.
- 2) Definizioni delle grandezze acustiche pressione - frequenza - intensità - livello - resistenza acustica - suoni puri e composti - ottave - spettri in frequenza suoni impulsivi.
- 3) Rumori. Curve NC. Diagrammi Zwicker. Stevens. Kryter. Norme ISO.
- 4) Danni all'apparato uditivo. Diagrammi di Glorig. Ward e Nixon.
- 5) Acustica degli ambienti. Assorbimento acustico materiali. Definizioni. Materiali porosi. Lastre vibranti pannelli forati. Isolamento acustico. Definizioni. Sorgenti di rumore. Pareti omogenee e pareti multistrati. Isolamento delle strutture. Piccoli ambienti. Il campo acustico. Modi propri di vibrazione. La riverberazione acustica. Tempo convenzionale di riverberazione. Tempo ottimo di riverberazione. Correzione acustica delle sale. Grandi ambienti. Volte ortofoniche per teatri chiusi e all'aperto. Realizzazione pratiche. Modelli di ambienti.
- 6) Acustica degli ambienti industriali. Rumori e vibrazioni prodotti dalle macchine. Rumori a spettro continuo a componenti discrete. Rumori impulsivi. Sorgenti di rumore. Fonti di rumore. Riduzione della potenza acustica emessa. Isolamento acustico. Isolamento acustico delle pareti. Isolamento delle macchine. Isolamento degli impianti. Artifici per la diminuzione delle potenze emesse. Soluzioni tecniche e costruttive.
- 7) Misure e rilievi acustici. Apparecchi di rilievo acustico: fonometro - spettrometro - registratore - generatore di segnali - analizzatore statistico. Misura di: livello acustico di un suono - spettro di un rumore - livello acustico di un rumore - assorbimento acustico isolamento acustico - tempo di riverberazione - rumore di calpestio. Sperimentazione su modelli.
- 8) Impianti di diffusione. Microfono. Sistemi di riproduzione (dischi, nastri magnetici, e dispos. fotoelettrici). Amplificatori. Altoparlanti. Disposizioni generali degli impianti. Sistemi stereofonici. Adattamento degli impianti di diffusione agli ambienti.

## ESERCITAZIONI

Correzione acustica di una sala. Isolamento acustico di locali e macchine in ambienti industriali. Progetto di cassa acustica.

## LABORATORI

Analisi del suono. Isolamento acustico fra ambienti. Tempo di riverberazione di una sala. Misure di rumore industriale.

## TESTI CONSIGLIATI

Brunelli - Codegone, *Corso di Fisica tecnica*, vol. 5.

Barducci, *Elettroacustica*.

## IN023 APPLICAZIONI INDUSTRIALI DELL'ELETTROTECNICA

Prof. Emilio GIUFFRIDA

DIP. di Elettrotecnica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Termotecnico -

Tecnologico -

Costruzioni meccaniche -

Ferroviario -

Impiantistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

56

56

—

4

4

—

*Il corso è ampiamente descrittivo e di interesse pratico, particolarmente per gli Ingegneri meccanici. È finalizzato allo sviluppo delle nozioni di Elettrotecnica nel campo delle applicazioni industriali, trattando maggiormente le caratteristiche di funzionamento, gli aspetti tecnico-economici e la protezione del macchinario e degli impianti elettrici.*

*Il corso si svolgerà mediante lezioni ed esercitazioni.*

*Nozioni propedeutiche: è da considerare propedeutico il corso di Elettronica e si consiglia la frequenza preliminare dei corsi di Fisica tecnica e di Meccanica applicata alle Macchine.*

## PROGRAMMA

Impianti di produzione, trasporto e di distribuzione di energia elettrica. Normativa vigente in tema di linee aeree. Costituzione, caratteristiche e installazione dei trasformatori. Impianti elettrici di stabilimenti industriali: cabine di trasformazione, linee primarie e secondarie, illuminazione, strumenti elettrici; utilizzazione, misura e tarifficazione dell'energia, rifasamento, pericoli di folgorazione, impianti di terra, normativa tecnica e antinfortunistica. Motori a corrente alternata e continua: costituzione, caratteristiche, protezione e criteri di scelta in rapporto alle varie esigenze della pratica. Circuiti raddrizzatori e regolatori con diodi controllati e convertitori di frequenza. Cenni sulla trazione elettrica e sui forni elettrici.

## ESERCITAZIONI

Dimensionamento di massima di elettromagneti, trasformatori e motori elettrici. Valutazione dell'utenza di energia. Schemi elettrici di cabine e di quadri.

## TESTI CONSIGLIATI

E. Giuffrida, *Applicazioni industriali dell'elettrotecnica*, Ed. Clut, Torino.

E. Giuffrida, *Problemi e schemi elettrici di Applicazioni industriali dell'elettrotecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Materiali didattico fornito agli allievi durante lo svolgimento del corso.

## LABORATORI

Nelle esercitazioni vengono espressamente sviluppati i seguenti argomenti: costituzione e funzionamento dei trasformatori, cabine di trasformazione, linee primarie e secondarie, illuminazione, strumenti elettrici, utilizzazione, misura e tarifficazione dell'energia, rifasamento, pericoli di folgorazione, impianti di terra, normativa tecnica e antinfortunistica. Motori a corrente alternata e continua: costituzione, caratteristiche, protezione e criteri di scelta in rapporto alle varie esigenze della pratica. Circuiti raddrizzatori e regolatori con diodi controllati e convertitori di frequenza. Cenni sulla trazione elettrica e sui forni elettrici.

## TESTI CONSIGLIATI

E. Giuffrida, *Applicazioni industriali dell'elettrotecnica*, Ed. Clut, Torino.

E. Giuffrida, *Problemi e schemi elettrici di Applicazioni industriali dell'elettrotecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

**IN031 ATTREZZATURE DI PRODUZIONE**

Prof. Augusto DE FILIPPI

DIP. di Tecnologia Meccanica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Tecnologico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

58

4

Es.

52

4

Lab.

4

—

*Scopo del corso è lo studio dei problemi connessi con la produzione mediante macchine con automazione rigida o flessibile: sono quindi analizzati tali tipi di macchine, il loro attrezzaggio e la scelta delle condizioni ottimali di taglio. Sono anche discussi gli influssi della progettazione sul costo del prodotto finito e sono illustrati alcuni metodi non convenzionali di lavorazione.*

*Il corso prevede: lezioni, esercitazioni di aula e di laboratorio nonché visite di stabilimenti.*

*Oltre al corso di Tecnologia meccanica sono da considerarsi propedeutiche: Scienza delle costruzioni e Meccanica applicata alle macchine.*

**PROGRAMMA**

Progettazione del prodotto e organizzazione della produzione.

Critica economica del prodotto e scelta dei mezzi produttivi: progetto funzionale e progetto costruttivo; scelta del materiale e delle tolleranze di lavorazione; confronto fra metodi di lavorazione in alternativa.

Ottimazione delle condizioni di taglio: durata dell'utensile; lavorabilità del materiale del pezzo e sua valutazione; leggi di Taylor sulla durata dell'utensile; leggi non tayloriane; criteri di ottimizzazione.

Attrezzature: classificazione e campi di utilizzo; elementi caratteristici e loro realizzazione costruttiva; dispositivi di bloccaggio meccanici, a fluido e magnetici.

Macchine utensili con automazione rigida o flessibile: torni automatici mono e plurimandrino, macchine con teste operatrici multiple, macchine utensili con controllo numerico, sistemi integrati di lavorazione.

Dispositivi per il caricamento dei pezzi sulla macchina utensile: alimentatori e robots.

Metodi non convenzionali di lavorazione.

**ESERCITAZIONI**

Applicazioni delle procedure di ottimizzazione; calcoli di forze di taglio e dimensionamento dei bloccaggi; programmazione di fresatrice a CN.

**LABORATORI**

Esecuzione con fresatrice a CN del particolare di cui è stata precedentemente operata la programmazione.

**TESTI CONSIGLIATI**

G.F. Micheletti, *Tecnologia meccanica*, vol. 1 e 2.

M. Rossi, *Attrezzature meccaniche e lavorazioni in serie*.

**IN033 AUTOMAZIONE A FLUIDO E FLUIDICA**

Prof. Guido BELFORTE

DIP. di Meccanica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automazione -  
Tecnologico -  
Bioingegneria -  
Ferroviario

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

56 — 52

4 — 4

*Il corso ha lo scopo di far conoscere i diversi sistemi di automazione a fluido attualmente adoperati e di fornire le nozioni di base indispensabili per una corretta progettazione e per un uso razionale degli impianti a fluido. Sono soggetto di analisi sia i sistemi pneumatici e fluidici, sia i sistemi oleodinamici. Vengono inoltre fornite nozioni di analisi dei sistemi e nozioni di fluidodinamica, analizzando il comportamento dei fluidi operativi nelle particolari condizioni di lavoro, ed insistendo sugli aspetti più attinenti, quali la propagazione dei segnali, i getti.*

*Il corso comprende lezioni ed esercitazioni pratiche di laboratorio per imparare a conoscere praticamente i sistemi a fluido.*

*È corso propedeutico: Meccanica applicata alle macchine.*

**PROGRAMMA**

Proprietà dei sistemi pneumatici, fluidici, oleodinamici. Proprietà dei fluidi. Unità di misura, strumenti di misura e trasduttori. Attuatori pneumatici ed oleodinamici: cilindri e relative regolazioni. Valvole pneumatiche. Elementi pneumatici logici ed elementi micropneumatici. Getti e principi di fluidica. Elementi fluidici digitali e proporzionali. Caratteristiche di funzionamento di valvole pneumatiche e di elementi fluidici. Valvole e sistemi oleodinamici. Sistemi oleopneumatici. Tecniche di controllo digitali: sequenziatori, contatori, programmatori a fase, microprocessori. Elementi interfaccia, elettrovalvole e sistemi elettropneumatici. Sensori ed elementi di fine corsa. Elementi periferici e complementari. Comportamento dinamico dei sistemi pneumatici. Trasmissione dei sistemi pneumatici. Sistemi analogici pneumatici. Esercizio dei circuiti. Alimentazione degli impianti, trattamento dell'aria. Affidabilità, aspetti energetici, ecologici e di sicurezza. Applicazioni: sistemi digitali con sequenziatori, lettori di nastro, controllori programmabili PLC, microprocessori.

**ESERCITAZIONI**

Le lezioni sono affiancate da esercitazioni sperimentali da svolgersi in laboratorio.

**LABORATORI**

Nelle esercitazioni vengono approfonditi argomenti trattati nelle lezioni, vengono impartite nozioni di base sull'uso della strumentazione adoperata nei sistemi a fluido, e vengono eseguite prove su componenti, circuiti e sistemi in modo da acquisire una conoscenza, per quanto possibile, pratica della materia.

**TESTI CONSIGLIATI**

Belforte - D'Alfio, *Applicazioni e prove dell'automazione a fluido*, Ed. Ing. Giorgio, Torino, 1984.

Belforte, *Nuovo corso di pneumatica*, Tecniche nuove.

## IN040 CALCOLO E PROGETTO DI MACCHINE

Prof. Pasquale Mario CALDERALE

DIP. di Meccanica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

60

6

Lab.

10

—

*Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi meccanici la conoscenza dei metodi attualmente usati nella progettazione dei sistemi meccanici.*

*Il corso comprende lezioni, esercitazioni teoriche e sperimentali, eventuali visite di istruzione.*

*Nozioni propedeutiche: Meccanica applicata, Scienza delle costruzioni.*

## PROGRAMMA

*Metodi di calcolo.* Analisi strutturale con metodi matriciale e agli elementi finiti. Analisi delle tensioni nei rotori e nei dischi. Tubi e recipienti cilindrici. Vibrazioni libere, forzate, smorzate, composte. Velocità critiche flessionali. Velocità critiche torsionali. Vibrazioni assiali. Calcolo di organi di motori alternativi. Calcolo statico e a fatica delle funi metalliche. Verifiche sperimentali.

*Metodi di progetto.* Computer Aided Engineering. Progettazione statistica. Affidabilità e diagnostica industriale. Meccanica della frattura. Controlli non distruttivi. Progettazione di sistemi meccanici. Progettazione con materiali compositi. Prospettive di evoluzione delle metodologie di progettazione meccanica.

## ESERCITAZIONI

Consistono nello svolgimento di sei temi riguardanti il calcolo delle tensioni e delle deformazioni di un albero di un riduttore con metodi matriciali, calcolo delle tensioni in un disco di turbina sottoposto a un campo termico, calcolo delle velocità critiche flessionali di un gruppo compressore-turbina, verifica di un albero a gomiti di un motore alternativo, disegno automatico di organi meccanici semplici.

In laboratorio, fotoelasticità a riflessione e metodi di controllo non distruttivi.

## TESTI CONSIGLIATI

R. Giovannozzi, *Costruzione di Macchine*, Vol. 2, Ed. Patron, Bologna.

R. Ghigliazza, *Guida alla progettazione funzionale delle macchine*, Tolozzi Editore.

M.M. Gola - A. Gugliotta, *Introduzione al calcolo strutturale sistematico*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

G. Genta, *Appunti per il corso di Calcolo e progetto di macchine*, Dipartimento di Meccanica.

## IN041 CALCOLO NUMERICO E PROGRAMMAZIONE

Prof. Giovanni MONEGATO

DIP. di Matematica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Trasporti -

- Metrologico -
- Bioingegneria -
- Strutturistico -
- Costruzioni meccaniche -
- Automobilistico -
- Economico organizzativo -
- Ferrovioario -
- Tecnologico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

80 50 —

6 4 —

*Il corso ha lo scopo di preparare gli allievi soprattutto alla risoluzione numerica di modelli matematici con i mezzi del calcolo automatico. Gli allievi vengono inoltre addestrati alla programmazione scientifica con il linguaggio Fortran. Nel corso vengono affrontati i temi fondamentali del Calcolo numerico e la programmazione scientifica con il linguaggio Fortran.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni e laboratorio (uso del calcolatore).*

*Nozioni propedeutiche: Analisi matematica I e II, Geometria.*

### PROGRAMMA

Rappresentazione dei numeri e operazioni aritmetiche in un calcolatore.

Errori, condizionamento di un problema e stabilità numerica di un algoritmo.

Risoluzione di sistemi di equazioni lineari. Metodo di Gauss, fattorizzazione LU e Choleski.

Metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR.

Calcolo degli autovalori e autovettori di matrici: metodi delle potenze e potenze inverse, trasformazioni di similitudine (Householder), caso delle matrici tridiagonali simmetriche.

Approssimazione di funzioni e di dati. Interpolazione polinomiale e funzioni spline. Metodo dei minimi quadrati.

Derivazione numerica.

Calcolo delle radici di equazioni: metodi di bisezione, secanti, Newton; metodi iterativi in generale.

Alcuni metodi per la risoluzione di sistemi di equazioni non lineari.

Integrazione numerica: formule di Newton-Cotes e Gaussiane. Polinomi ortogonali.

Equazioni differenziali ordinarie. Problemi con valori iniziali: metodi one-step e multistep.

Sistemi Stiff. Problemi con valori ai limiti: metodi alle differenze e shooting.

Equazioni differenziali alle derivate parziali: metodi alle differenze e dei residui pesati; cenni sui metodi degli elementi finiti.

### ESERCITAZIONI

Breve presentazione degli elaboratori elettronici. Linguaggio Fortran. Analisi ed implementazione dei metodi numerici presentati nelle lezioni. Risoluzione di problemi.

### LABORATORI

Un elaboratore elettronico è a disposizione (quotidianamente) degli studenti per la messa a punto e sperimentazione dei programmi di calcolo realizzati.

### TESTI CONSIGLIATI

G. Monegato, *Calcolo numerico*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1985.

## IN464 CHIMICA

Prof. Margherita MONTORSI

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria  
Chimica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. MECCANICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

90

45

—

6

3

—

*Il corso si propone di fornire le basi teoriche necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e di dare una breve rassegna delle proprietà degli elementi più comuni e dei loro principali composti. Esso si articola di conseguenza in tre parti: una di chimica generale alla quale vengono dedicate circa 60 ore di lezione; una di chimica inorganica (circa 20 ore di lezione) ed una di chimica organica (5-10 ore di lezione).*

*Il corso prevede 90 ore di lezione, 40 ore di esercitazione, 10 ore di proiezioni didattiche. Per seguire con profitto il corso sono sufficienti le nozioni di base relative alle leggi generali della chimica, alla simbologia e alla nomenclatura.*

## PROGRAMMA

*Chimica generale:* Sistemi omogenei ed eterogenei. Concetto di fase, di composto, di elemento. Leggi fondamentali della chimica. Teoria atomico-molecolare. Legge di Avogadro. Determinazione dei pesi atomici e molecolari. Concetto di mole. Calcoli stechiometrici.

*Il sistema periodica degli elementi. Il modello atomico di bohr. L'atomo secondo la meccanica quantista. Interpretazione elettronica del sistema periodico. I raggi X.*

*Legame ionico, covalente, metallico. Legami intermolecolari. Grado di ossidazione.*

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

*Leggi dei gas. Dissociazione termica. Teoria cinetica dei gas. legge di Graham. Calore specifico dei gas.*

*Lo stato solido. Reticolo cristallino e cella elementare. Difetti reticolari. Soluzioni solide. Lo stato liquido. Equazione di Clausius-Clapeyron. Tensione di vapore delle soluzioni. Crioscopia. Pressione osmotica.*

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

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

*Soluzioni di elettroliti. Elettrolisi. Costante di ionizzazione. Prodotto ionico dell'acqua. Acidi e basi. pH. Idrolisi. Prodotto di solubilità. Soluzioni tampone. Potenziale d'elettrodo. Serie elettrochimica. Tensioni di decomposizione. Potenziali di ossido-riduzione.*

*Chimica inorganica:* Proprietà e metodi di preparazione industriale dei seguenti elementi e dei loro principali composti: idrogeno, ossigeno, sodio, rame, calcio, zinco, alluminio, carbonio, silicio, azoto, fosforo, cromo, uranio, zolfo, manganese, alogeni, ferro.

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

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono dedicate all'ampliamento di alcuni argomenti oggetto di lezione, ad esperienze di laboratorio e a calcoli relativi agli argomenti di chimica generale. Esse vengono integrate dalla proiezione di film didattici.

## TESTI CONSIGLIATI

- C. Brisi - V. Cirilli, *Chimica generale e inorganica*, Levrotto & Bella, Torino.  
 M.J. Sienko - R.A. Plane, *Chimica: principi e proprietà*, Piccin, Padova.  
 C. Brisi, *Esercitazioni di Chimica*, Levrotto & Bella, Torino.  
 P. Silvestroni, *Fondamenti di Chimica*, Librerie Eredi Virginio Veschi, Roma.  
 L. Rosemberg, *Teoria e applicazioni di chimica generale*, Collane Schaum, Etas Kompass.

La chimica è la scienza che studia la composizione, le proprietà e le trasformazioni della materia. Essa si divide in chimica generale e chimica inorganica, chimica organica e chimica fisica. La chimica generale si occupa delle leggi generali che governano le reazioni chimiche. La chimica inorganica si occupa delle sostanze inorganiche. La chimica organica si occupa delle sostanze organiche. La chimica fisica si occupa delle proprietà fisiche delle sostanze chimiche.

La chimica è una scienza che si occupa di studiare la composizione, le proprietà e le trasformazioni della materia. Essa si divide in chimica generale e chimica inorganica, chimica organica e chimica fisica. La chimica generale si occupa delle leggi generali che governano le reazioni chimiche. La chimica inorganica si occupa delle sostanze inorganiche. La chimica organica si occupa delle sostanze organiche. La chimica fisica si occupa delle proprietà fisiche delle sostanze chimiche.

La chimica è una scienza che si occupa di studiare la composizione, le proprietà e le trasformazioni della materia. Essa si divide in chimica generale e chimica inorganica, chimica organica e chimica fisica. La chimica generale si occupa delle leggi generali che governano le reazioni chimiche. La chimica inorganica si occupa delle sostanze inorganiche. La chimica organica si occupa delle sostanze organiche. La chimica fisica si occupa delle proprietà fisiche delle sostanze chimiche.

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono relative ad acqua, combustibili, lubrificanti, cementi, resine e leghe metalliche.

## LABORATORI

Le prove in laboratorio concernono soprattutto ad acqua, combustibili, cementi e leghe metalliche.

## TESTI CONSIGLIATI

- C. Brisi, *Chimica generale*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1981.  
 E. Meriani, *Chimica organica e inorganica*, Lib. Torino, 1977.  
 A. Ghelli - I. Marzulli - E. Farini, *Trattato di Chimica applicata e industriale*, Zanichelli, Bologna, 1969.

## IN048 CHIMICA APPLICATA

Prof. Giorgio PRADELLI

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria  
Chimica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale (ore)

68

20

10

Settimanale (ore)

6

3

—

*Lo scopo del corso è di far conoscere le proprietà di impiego dei materiali più comuni con i quali un ingegnere meccanico dovrà, con ogni probabilità, imbattersi nel corso della sua carriera professionale; verrà pertanto fornito un quadro, necessariamente non completo, dell'ampia casistica relativa ai materiali per l'ingegneria senza tuttavia troppo addentrarsi nei procedimenti industriali della loro produzione. Verranno trattati i seguenti temi: acque, combustibili, refrattari, leganti idraulici, materiali ferrosi, leghe di rame e alluminio.*

*Il corso si svolge sulla base di 80 ore di lezione e di 35 ore di esercitazione e di laboratorio.*

*Nozioni propedeutiche: è indispensabile la conoscenza della Chimica generale e inorganica e delle nozioni fondamentali della Chimica organica.*

## PROGRAMMA

Acqua per caldaie: durezza dell'acqua. Determinazione e calcolo della durezza. Processi di dolcificazione, deionizzazione e distillazione. Acque industriali. Combustione e combustibili: potere calorifico. Aria teorica di combustione. Volume e composizione dei fumi. Controllo della combustione. Combustibili solidi e liquidi: loro elaborazione industriale. Carburanti. Potenziale termico. Combustibili gassosi. Lubrificanti: caratteristiche. Metodi di misura della viscosità. Sistemi eterogenei: regola delle fasi. Teoria dei diagrammi di stato binari e ternari. Materiali refrattari: classificazione. Refrattari silicei, silico-alluminosi, magnesiaci, cromitici, cromo-magnesiaci e grafitici. Pigiante. Dolomiti calcinate. Saggi sui refrattari. Leganti idraulici: cemento Portland: materie prime e sua fabbricazione. Moduli caratteristici. Costituzione chimico-mineralogica del clinker. Reazioni di idratazione. Azioni delle acque dilavanti e solfatice. Cenni sul cemento pozzolanico e d'alto forno. Materiali ferrosi: produzione della ghisa all'alto forno. Marcia dell'alto forno. Diagramma di stato ferro-carbonio. Affinazione della ghisa. Produzione dell'acciaio: convertitore ad ossigeno. Forno Martin, forno elettrico. Trattamenti termici. Cementazione carburante e nitrurante. Acciai speciali. Ghise di interesse meccanico. Classificazione UNI. Alluminio: metallurgia. Leghe da getto e da bonifica. Trattamento termico del duralluminio. Rame: metallurgia. Ottoni e bronzi.

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono relative ad acque, combustibili, lubrificanti, cementi, refrattari e leghe metalliche.

## LABORATORI

Le prove in laboratorio concernono esperienze su acque, combustibili, cementi e leghe metalliche.

## TESTI CONSIGLIATI

C. Brisi, *Chimica applicata*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1981.

E. Mariani, *Chimica applicata e industriale*, Utet, Torino, 1972.

A. Girelli - L. Matteoli - F. Parisi, *Trattato di Chimica applicata e industriale*, Zanichelli, Bologna, 1969.

(\*) *Insegnamento del triennio anticipato al biennio.*

**IN504 COMPLEMENTI DI TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI**

Prof. Dante MAROCCHI

IST. di Trasporti e Organizzazione Industriale

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Trasporti

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	—	—	—
Settimanale (ore)	4	2	—

*L'insegnamento di Complementi di tecnica ed Economia dei trasporti riguarda essenzialmente argomenti di trasporto funiviario e problemi speciali relativi ai veicoli terrestri ed alla circolazione stradale non trattati nel corso di Tecnica ed economia dei trasporti di cui è complementare.*

**PROGRAMMA**

*Gli impianti a fune.* Caratteristiche e norme costruttive. Le funi metalliche: classificazione ed impiego. Configurazione delle funi in opera. Funicolari terrestri, Funicolari aeree per trasporto merci e passeggeri. Costruzione ed esercizio degli impianti a fune. Prove non distruttive ed esami di laboratorio. La pianificazione dei trasporti in zone di montagna.

*Problemi speciali sui veicoli di trasporto stradale.* Prestazioni degli autoveicolo (richiamo principi fondamentali). La sterzata dei veicoli. Il traino dei rimorchi stradali. Frenatura dei veicoli singoli e con rimorchio. Cenni sulla sicurezza dei veicoli e di infortunistica stradale.

Norme di comportamento nella circolazione stradale.

Trasporti con sistemi non convenzionali.

Problemi relativi alla guida dei veicoli stradali.

Affidabilità e sicurezza nel trasporto di persone.

**ESERCITAZIONI**

Sono previste 2 ore di esercitazioni settimanali. A ciascun allievo verrà assegnata una esercitazione da svolgere prima dell'iscrizione all'esame.

**TESTI CONSIGLIATI**

D. Marocchi, *Trasporti a fune*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1985.

D. Marocchi, *Trasporti su strada*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1982.

P. D'Armini, *Elementi di progetto a fune*, 1981.

**IN090 CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI METALLICI**

Prof. Mario MAJA

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria  
Chimica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Metallurgico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

70

5

Es.

4

1

Lab.

14

1

*Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi le basi concettuali necessarie per discutere i processi di deterioramento dei materiali metallici provocati dalla corrosione e per scegliere i metodi di prevenzione e protezione idonei. Nel corso viene trattata la corrosione ad umido, la corrosione a secco e la corrosione per correnti impresse e vengono discussi i criteri di scelta dei materiali metallici ed i metodi di protezione. Il corso è integrato con esercitazioni di laboratorio riguardanti il comportamento di vari materiali in ambienti diversi.*

*Nozioni propedeutiche: Chimica, Metallurgia.*

**PROGRAMMA**

*Introduzione.* Proprietà termodinamiche della specie chimiche; caratteristiche delle soluzioni elettrolitiche; potenziali di elettrodo; diagrammi pH-potenziale; fenomeni di polarizzazione e passivazione; potenziali di isopolarizzazione; comportamento generale delle superfici metalliche in elettroliti.

*Corrosione ad umido.* Principi fondamentali, reazioni caratteristiche, fattori di localizzazione; parametri che influenzano la velocità di corrosione; vari tipi di corrosione: per coppie galvaniche, per aereazione differenziale, pitting, intercrystallina, tensiocorrosione, corrosione a fatica, corrosione microbiologica, corrosione atmosferica.

*Prove di corrosione.* Unificazione e tipi di prove; apparecchi per il controllo e lo studio dei fenomeni di corrosione; camera a nebbia salina, potenziostati ecc..

*Materiali e ambiente.* Comportamento di metalli in ambienti diversi con particolare riferimento a ferro, rame, zinco, alluminio, piombo e loro leghe.

*Prevenzione contro la corrosione.* Fattori influenti la progettazione degli impianti; protezione anodica e catodica; ricoprimenti metallici e trattamenti protettivi; vernici e loro proprietà.

*Correnti vaganti.* Corrosione per correnti vaganti, rilevamento dei potenziali del terreno; protezione di strutture nel suolo.

*Corrosione a secco.* Reazioni tra gas e metalli; fenomeni di ossidazione a caldo; decarburazione ed alterazione superficiale dei metalli; formazione ed effetto degli strati ossidati; cinetica di accrescimento degli strati superficiali; ossidazione accelerata.

**ESERCITAZIONI**

Tracciamento di curve caratteristiche, riconoscimento di zone anodiche e catodiche, protezione catodica coatta e spontanea.

**TESTI CONSIGLIATI**

G. Bianchi - F. Mazza, *Fondamenti di corrosione e protezione dei metalli*, Tamburini, Milano.

P. Pedferri, *Corrosione e protezione dei materiali metallici*, Ed. Clup, Milano.

U.R. Evans, *The corrosion and oxidation of metals*, Arnolds, Londra.

M. Pourbaix, *Leçons en corrosion electrochimique*, Cebelcor.

L.L. Shreir, *Corrosion*, vol. 1 e 2, Ed. G. Newnes.

Nace, *Corrosion Course*, Houston, Texas 77027.

## IN492 COSTRUZIONE DI MACCHINE

Prof. Guido BONGIOVANNI

DIP. di Meccanica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale (ore)

60

90

—

Settimanale (ore)

4

6

—

*Il corso ha lo scopo di fornire i criteri per il calcolo ed il progetto degli organi di macchina fondamentali dei quali vengono presi in esame la struttura, il funzionamento ed il dimensionamento.*

*Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni.*

*Si consiglia lo studente di frequentare: Meccanica applicata alle macchine, Scienza delle costruzioni, Tecnologia meccanica, Disegno meccanico.*

## PROGRAMMA

Resistenza dei materiali alle sollecitazioni alternate; effetto di intaglio; smorzamento interno dei materiali.

Ingranaggi cilindrici a denti diritti e con denti obliqui; calcolo di resistenza degli ingranaggi. Le varie ipotesi di rottura e il loro impiego per i vari casi di sollecitazione e per i vari materiali. Collegamenti forzati a caldo e a freddo.

Chiavette longitudinali, tangenziali e trasversali; linguette, accoppiamenti scanalati; dentature Hirt; spine.

Filletture, viti, bulloni e loro accessori.

Molle di flessione, di torsione e di trazione-compressione.

Supporti portanti e di spinta con cuscinetti di strisciamento.

Applicazione pratica della teoria della lubrificazione nei cuscinetti di spinta e portanti.

Risultati della teoria di Hertz ed applicazioni relative.

Cuscinetti a rotolamento: tipi, montaggio, calcolo e criteri di scelta.

Assi e alberi: determinazione delle forze e dei momenti e verifiche di resistenza.

Giunti: rigidi, assiali, trasversali, angolari e misti.

Innesti a denti, a frizione piani e a cono; innesti radiali, con anello di espansione, a forza centrifuga, di sopravanzo.

Freni per autoveicoli, per veicoli ferroviari, per apparecchi di sollevamento; arponismi ed arresti.

## ESERCITAZIONI

Consistono nello svolgimento del progetto di massima (disegno e calcoli) di un gruppo meccanico che dà modo di applicare gran parte di quanto illustrato nel corso.

## TESTI CONSIGLIATI

R. Giovannozzi, *Costruzione di macchine*, vol. 1 e 2, Ed. Patron, Bologna, 1965.

G. Bongiovanni - G. Roccati, *Giunti articolati*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1984.

## IN096 COSTRUZIONE DI MATERIALE FERROVIARIO

Prof. Giovanni ROCCATI

DIP. di Meccanica

V ANNO

INDIRIZZO: Ferroviario -

Costruzioni meccaniche

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

60

4

Lab.

—

—

*Scopo del corso è quello di fornire agli allievi le nozioni e le informazioni occorrenti per la corretta applicazione al settore della costruzione dei rotabili ferroviari dei concetti fondamentali dell'ingegneria meccanica. A tal fine verranno esaminate e confrontate le caratteristiche tecniche dei rotabili in esercizio e, per quanto possibile, in fase di costruzione o studio.*

*Il corso si svolgerà mediante lezioni ed esercitazioni; vi è possibilità (previo benessere degli enti interessati) di visite ad officine di produzione o revisione di materiale mobile ferroviario.*

### PROGRAMMA

Generalità; ferrovie normali e speciali; principali caratteristiche e criteri di classificazione del materiale rotabile.

Condizioni caratteristiche del progetto dei rotabili ferroviari: scartamento, sagoma limite, peso per asse ammesso, accoppiabilità dei veicoli e dei loro impianti.

Il collegamento meccanico dei veicoli: ganci, respingenti, accoppiatori.

I carrelli ed i loro elementi costruttivi fondamentali: assi, ruote, boccole e dispositivi di guida relativi, sospensioni primarie e secondarie.

Casse e telai; cenni sul calcolo delle strutture auto-portanti e sulle tecniche costruttive.

Nozioni generali sulla frenatura dei convogli ferroviari; frenatura tradizionale, elettrica, a pattini magnetici. Gli elementi di forza degli impianti tradizionali: cilindri-freno, timonerie, dispositivi di ripresa del gioco, ceppi e pattini. Freni: a vuoto, diretto moderabile, automatico continuo. L'impianto frenante autocontinuo: serbatoi principali, rubinetto di comando, distributori, serbatoi ausiliari.

Gli elementi della macchina motrice.

Il cabraggio della locomotiva: conseguenza del fenomeno e accorgimenti nel disegno della locomotiva per limitarne l'entità.

I diversi sistemi di trazione elettrica ed i corrispondenti equipaggiamenti elettrici: conseguenti differenze nel progetto della locomotiva; trasmissioni del moto dai motori alle sale. Notizie sugli equipaggiamenti elettronici: vantaggi e conseguenze sul progetto della locomotiva.

I motori diesel: sistemazione ed ingombri ammissibili, la sovralimentazione ed il raffreddamento, la potenza UIC, la taratura. Le trasmissioni meccaniche, idromeccaniche; idrauliche: caratteristiche principali e settori di applicazione. Tipi e caratteristiche di regolazione delle trasmissioni elettriche.

Materiale ordinario e mezzi leggeri: differenze di concezione e prospettive di impiego.

Il comportamento dinamico del veicolo e l'interazione ruota-rotai (cenni).

I problemi dei veicoli passeggeri: accesso, arredamento, illuminazione, riscaldamento, climatizzazione, insonorizzazione; metodi per valutare il comfort di marcia (cenni).

### ESERCITAZIONI

Comprenderanno tanto brevi richiami su argomenti di interesse ferroviario non compresi nel programma di lezioni (nozioni di meccanica della locomozione ferroviaria, caratteristiche meccaniche di tasselli di gomma, ecc.), quanto brevi calcoli di diverso tipo (valutazione di prestazioni di mezzi di trazione, progetto o verifica di componenti diversi del veicolo).

Tali calcoli verranno svolti con la duplice finalità di fornire agli allievi metodi di calcolo o studio per quanto possibile applicabili anche al di fuori del settore dell'ingegneria ferroviaria e di rendere famigliari agli allievi dimensioni, pesi, sollecitazioni usuali nei vari componenti

dei veicoli ferroviari, nonché delle resistenze al moto e degli sforzi di trazione. Gli argomenti specifici di questi calcoli potranno variare di anno in anno. Alcuni periodi di esercitazione potranno essere dedicati ad incontri con ingegneri operanti nel settore ferroviario.

#### TESTI CONSIGLIATI

- F. Di Majo, *Costruzione di materiale ferroviario*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.  
 T. Di Fazio, *Note sulle evoluzioni dei mezzi e sistemi di trazione ferroviaria*, Ed. Levrotto & Bella, Torino (di consultazione).  
 F. Perticaroli, *Trazione elettrica*, Milano (di consultazione).

Il corso si propone di fornire le nozioni fondamentali sulle strutture, sulle caratteristiche e sul comportamento meccanico della gomma come materiale elastico, nelle sue applicazioni più importanti (pneumatici, sistemi antirullo, attacchi, ecc.). Si darà particolare importanza al particolare che determina la qualità del materiale. Nella seconda parte saranno trattate le caratteristiche strutturali e il meccanismo del pneumatico, il suo comportamento in strada e in prova di laboratorio nonché le proprietà dei sistemi antirullo a base di elastomeri. Il corso comprende lezioni, esercitazioni, laboratori e visite di istruttoria. *Principi di pneumatici: Chimica applicata. Meccanica applicata alle macchine. Condizioni automobilistiche e Meccanica dell'autoveicolo.*

**PROGRAMMA**  
 Trattare i materiali polimerici: stato vetroso e stato gommoso, temperatura di transizione, viscosità in un polimero.  
 Struttura e proprietà degli elastomeri più importanti. La gomma naturale. Gli elastomeri sintetici: SBR, poliisoprene, polibutadiene. Elastomeri senza zolfo. Elastomeri a zolfo. Elastomeri speciali.  
 Natura del elastico della gomma. Il reticolo elastomero ideale. Equazione elastomero ideale. Comportamento reale della gomma. Proprietà viscoelastiche. Minimo dinamico-elastiche.  
 La vulcanizzazione della gomma: condizioni sperimentali e andamento della reazione. I test meccanici. Principali classi di additivi e agenti rinforzanti: carbonio, caucciù, grafite, ecc. Proprietà fisico-meccaniche dei vulcanizzati e fattori che le influenzano: natura chimica, struttura, morfologia, stato, fatica. Fattori di influenza: diafano-meccaniche, durezza, tenacità, resistenza, allungamento, fatica. Fattori di influenza: morfologia, tecnologia di realizzazione degli elastomeri.  
 Il pneumatico: struttura, elastomeri impiegati, materiali usati.  
 Processo di produzione.  
 Meccanica del pneumatico: parti costituenti e loro funzioni. Tipi di pneumatici e campi di impiego. Caratteristiche meccaniche radiali, longitudinali e trasversali. Assorbimento di energia. Andamento in strada e fatica. Fatica, strisciamento. Valutazione del laboratorio e in strada. Sistemi antirullo: vibrazioni meccaniche libere e forzate in sistemi che utilizzano elastomeri. Tabelle di misura e comportamento dei vari materiali. Esempi di applicazioni degli antirullo: pneumatici in gomma per autoveicoli: cinghie di trasmissione, tubi, giunzioni, giunzioni, ecc.

**ESERCITAZIONI**  
 Esempi di calcolo e applicazione degli argomenti trattati nelle lezioni.

**LABORATORI**  
 Valutazione di alcune proprietà meccaniche: curve diafano-meccaniche, durezza, resistenza. Visite nei laboratori di produzione di pneumatici e di elastici in gomma e laboratori di prova in pneumatici.

## IN506 COSTRUZIONE E TECNOLOGIA DELLA GOMMA E DEL PNEUMATICO

Prof. Aldo PRIOLA

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria Chimica

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automobilistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

56

4

Es.

20

2

Lab.

8

—

*Il corso si propone di fornire le nozioni fondamentali sulla struttura, sulle caratteristiche e sul comportamento meccanico della gomma come materiale relativamente alle sue applicazioni più importanti (pneumatici, sistemi antivibranti, articoli tecnici). Sarà approfondito in particolare l'esame dei fattori che determinano le proprietà peculiari del materiale. Nella seconda parte saranno trattate le caratteristiche strutturali e la meccanica del pneumatico, il suo comportamento su strada e in prove di laboratorio nonché le proprietà dei sistemi antivibranti a base di elastomeri. Il corso comprende lezioni, esercitazioni, laboratori e visite di istruzione. Nozioni propedeutiche: Chimica applicata, Meccanica applicata alle macchine, Costruzioni automobilistiche e Meccanica dell'autoveicolo.*

### PROGRAMMA

Premessa. I materiali polimerici: stato vetroso e stato gommoso, temperatura di transizione vetrosa di un polimero.

Struttura e proprietà degli elastomeri più importanti. La gomma naturale.

Gli elastomeri sintetici: SBR, poli-isoprene, polibutadiene. Elastomeri saturi: elastomeri oleoresistenti; elastomeri speciali.

Natura dell'elasticità della gomma. Il reticolo elastomerico ideale. Equazione gaussiana dell'elasticità della gomma ideale. Comportamento reale delle gomme. Proprietà viscoelastiche: misure dinamo-meccaniche.

La vulcanizzazione della gomma: condizioni sperimentali e andamento della reazione. I termoelastomeri. Principali classi di additivi e agenti rinforzanti: nerofumo, cariche, plastificanti. Proprietà fisico-meccaniche dei vulcanizzati e fattori che le influenzano: curve dinamometriche, durezza, isteresi, resilienza, abrasione, attrito, fatica. Processi di invecchiamento. Tecnologie di trasformazione degli elastomeri.

Il pneumatico: struttura, elastomeri impiegati: materiali tessili.

Processo di produzione.

Meccanica del pneumatico: parti costituenti e loro funzioni. Tipi di pneumatici e campi di impiego. Caratteristiche meccaniche radiali, longitudinali e trasversali. Assorbimento di potenza. Aderenza su asciutto e bagnato, fatica, abrasione. Valutazioni in laboratorio e su strada. Sistemi antivibranti: vibrazioni meccaniche libere e forzate in sistemi che utilizzano elastomeri. Teniche di misura e comportamento dei vari materiali. Esempi di applicazione degli antivibranti. Manufatti in gomma per autoveicoli: cinghie di trasmissione, tubi, guarnizioni, giunzioni, ecc.

### ESERCITAZIONI

Esercizi di calcolo e applicazione degli argomenti trattati nelle lezioni.

### LABORATORI

Valutazione di alcune proprietà meccaniche; curve dinamometriche, durezza, resilienza.

Visite ad impianti di produzione di pneumatici e di articoli in gomma e a laboratori di prove sui pneumatici.

## TESTI CONSIGLIATI

F.R. Eirich, *Science and Technology of Rubber*, Academic Press, New York, 1978.

C.M. Blow, *Rubber Technology and Manufacture*, Butter Worths, Londra, 1975.

*Enciclopedia Internazionale di Chimica*, Edizioni PEM, 1972, vol. V, pag. 425-484.

## IN104 COSTRUZIONI AUTOMOBILISTICHE

Prof. Alberto MORELLI

DIP. di Energetica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automobilistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

56

4

Es.

28

2

Lab.

—

—

*Scopo del corso è l'introduzione alla conoscenza dei principali temi di tecnica automobilistica.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, visite di istruzione.*

*Nozioni propedeutiche: Meccanica razionale, Disegno meccanico.*

## PROGRAMMA

Definizione di autoveicolo e sue categorie. Organi essenziali e loro «interfacce». Sistemi di riferimento.

La ruota con pneumatico. Sue caratteristiche di deformazione, deriva e scorrimento. Effetti della campanatura e della convergenza. Aderenza ruota suolo. Coefficienti di aderenza globale, locale e elementare. Descrizione delle pressioni nell'orma di contatto. Resistenza del rotolamento. Cerchi e mozzi.

Sospensioni: a centri virtuali e non, a ruote dipendenti e non. Comportamento cinematico trasversale e longitudinale. Comportamento dinamico. Snodi di strisciamento e di deformazione. Ammortizzatori.

Sterzo. Sterzata cinematica e dinamica. Cinematismi di accoppiamento delle ruote e di comando centralizzato. Scatole di guida.

Carrozzeria. Forma del veicolo. Comportamento aerodinamico. Resistenza aerodinamica; effetti del vento laterale; flussi interni, imbrattamento delle superfici trasparenti. Corpi ideali. Coda tronca «spoilers» e «dams». Tipi di struttura portante, a telaio separabile e non. Carichi esterni, fattori di carico a resistenza e a fatica.

Trasmissione del moto alle ruote. Campo ideale di potenza disponibile. Schemi di trasmissione.

Frizione; cambio, sincronizzatore, rinvio fisso, differenziale.

Freni a disco e a ganasce. Servofreno. Correttore di frenata.

Configurazioni più diffuse nelle automobili e nei veicoli industriali e commerciali.

Cenni sul comportamento di marcia e sulla stabilità direzionale.

## ESERCITAZIONI

Disegno di un nodo di una scocca e particolari di una carrozzeria. Disegno e calcoli di massima di una sospensione. Calcolo dello sforzo sullo sterzo.

## TESTI CONSIGLIATI

A. Morelli, *Costruzioni automobilistiche*, Iseidi, Mondadori.

C. Deutsch, *Dynamique des véhicules routiers. Données de base*, Ed. Onser, Parigi, 1970.

**IN507 COSTRUZIONI BIOMECCANICHE**

Prof. Pasquale Mario CALDERALE

DIP. di Meccanica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Bioingegneria

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

60

40

10

4

4

—

*Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi le più importanti applicazioni della meccanica strutturale alla macchina umana, con particolare riferimento alle parti di sostituzione. Vengono trattati di anno in anno argomenti particolari riguardanti le costruzioni biomeccaniche.*

*Il corso comprende lezioni, esercitazioni teoriche e sperimentali, eventuali visite di istruzione.*

*Nozioni propedeutiche: Scienza delle costruzioni.*

**PROGRAMMA**

Vengono trattate le caratteristiche meccaniche dei tessuti biologici con particolare riferimento alla composizione e alla resistenza dell'osso, alla resistenza dei legami articolari, alle proprietà tribologiche delle cartilagini articolari. Problemi meccanici relativi all'impianto di protesi articolari, con particolare riferimento alle articolazioni portanti (anca, ginocchio, caviglia). Tecniche di rilevazione e misura dei dati meccanici riguardanti il corpo umano: apparati meccanici (esoscheletri), apparati fotografici e televisivi per la rilevazione della geometria degli arti durante varie attività. Valutazione delle forze agenti nei muscoli e sulle articolazioni mediante metodi teorici e sperimentali. Arti artificiali sia superiore che inferiori e relativi problemi funzionali e strutturali, problemi dell'accoppiamento con il corpo umano e del loro comando. Biomeccanica odontoiatrica. Costruzioni biomeccaniche speciali: valvole cardiache, pancreas artificiale, organi artificiali ecc..

**ESERCITAZIONI**

Costruzioni biomeccaniche speciali: organi artificiali, impiantistica ospedaliera.

**LABORATORI**

Vengono svolte esercitazioni pratiche facenti uso di esoscheletri meccanici e piattaforma dinamometrica, simulatore per articolazioni artificiali portanti, rilevamento deformazioni mediante fotoelasticità.

## IN468 DISEGNO

Prof. Gualtiero RUSSO

IST. di Tecnologia Meccanica

I ANNO

1° e 2° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. MECCANICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

30

1

Es.

120

4

Lab.

—

—

*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. Viene dato particolare rilievo alla normazione nazionale ed internazionale. Il corso è propedeutico agli insegnamenti di disegno sviluppati negli anni seguenti nei vari indirizzi.*

*Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni.*

*Nozioni propedeutiche: i contenuti dei corsi di Geometria piana e solida.*

## PROGRAMMA

Caratteristiche del disegno. Strumenti e mezzi tecnici. Condizionamenti formali nella normativa nazionale ed internazionale.

Tecnica operativa di rappresentazione nel sistema Europeo ed Americano; assonometrie generiche ed unificate, proiezioni ortogonali, ausiliarie e sezioni, viste esplose.

Quotatura e sistemi di quotatura: convenzioni, caratteristiche, funzionalità.

Tecnologie di base: cenni sui sistemi di produzione emergenti.

Dimensioni nominali e tolleranze dimensionali; normativa nazionale ed internazionale per i diversi accoppiamenti.

Collegamenti smontabili: filettatura, convenzioni e caratteristiche geometriche e funzionali; bulloneria, rosette ed elementi di sicurezza.

Collegamenti fissi: chiodature e saldature.

Finitura superficiale e rugosità.

Studio di composizione e scomposizione di complessivi.

Scelta degli elementi unificati nella progettazione di nodi strutturali e di semplici insiemi.

Elementi di C.A.D. (Disegno assistito dal calcolatore).

## ESERCITAZIONI

Disegno a mano libera e con attrezzi di elementi meccanici. Rilievo dal vero. Rappresentazione di complessivi e relativi particolari. Impostazione di grafici e diagrammi.

## TESTI CONSIGLIATI

Maifreni, *Il disegno meccanico*, vol. 1 e 2, Paravia, Torino (ultima edizione).

Chevalier, *Manuale del disegno*, vol. unico, SEI, Torino.

Straneo - Consorti, *Il Disegno tecnico*, vol. unico, Principato, Milano (ultima edizione).

## IN119 DISEGNO MECCANICO

Prof. Emilio CHIRONE

IST. di Tecnologia Meccanica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. MECCANICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

30

—

Es.

110

—

Lab.

—

—

*L'insegnamento ha lo scopo di fornire agli allievi i fondamenti del disegno tecnico, inteso come linguaggio, nonché le prime indicazioni sul proporzionamento di elementi e di gruppi meccanici. Viene dato particolare rilievo alla normazione nazionale ed internazionale.*

*Nozioni propedeutiche: 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 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 idrostatici.

Cuscinetti pneumostatici.

Cuscinetti magnetostatici.

Cuscinetti a rotolamento; tipi, particolarità ed unificazione.

Montaggio e scelta dei cuscinetti a rotolamento.

La lubrificazione e la protezione dei cuscinetti a rotolamento; anelli da tenuta e tenute a labirinto.

Dispositivi antisvitamento; rosette a 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.

## TESTI CONSIGLIATI

E. Chevalier - E. Chirone - V. Vullo, *Manuale del disegno tecnico*, SEI, Torino, 1976.

E. Chirone - V. Vullo, *Cuscinetti a strisciamento*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1979.

## IN127 ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

Prof. Nicola DELLE PIANE (1° corso) IST. di Trasporti e Organizzazione Industriale  
 Prof. Antonino CARIDI (2° corso)

V ANNO  
 2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	—	—	—
Settimanale (ore)	4	4	—

*Il corso presenta i principi e le applicazioni dell'economia aziendale e delle tecniche aziendali nel quadro delle decisioni relative sia alla gestione operativa che alla evoluzione ed allo sviluppo dell'impresa. I temi generali trattati sono: obiettivi, decisioni, strategie aziendali, la previsione e la programmazione. Il controllo del processo produttivo ed il controllo economico di gestione.*

*Il corso si svolge con lezioni ed esercitazioni.*

*Nel corso sono trattate in fase propedeutica nozioni di matematica finanziaria, di statistica e di ricerca operativa (programmazione lineare, tecniche reticolari, teoria delle code, metodi di simulazione).*

## PROGRAMMA

*Parte 1<sup>a</sup>.* L'impresa; le strategie e gli obiettivi. Le decisioni aziendali e la loro integrazione sia nell'ottica gestionale che in quelle di evoluzione e sviluppo dell'impresa. Elementi di macroeconomia e microeconomia. Metodi di analisi economica per la scelta fra alternative.

*Parte 2<sup>a</sup>.* La pianificazione e programmazione della gestione dell'impresa. Principi e tecniche di analisi previsionale. Pianificazione e programmazione delle vendite, della produzione, degli approvvigionamenti, dei trasporti, delle risorse finanziarie correnti, e loro integrazione nel piano di gestione aziendale. Metodi di programmazione operativa: scheduling, routing, dispatching, controllo avanzamento: il diagramma di Gantt; il Pert. Metodi di programmazione delle giacenze e di calcolo dei lotti economici. Lo studio del ciclo di lavorazione, dei metodi e dei tempi di lavorazione e le tecniche statistiche di campionamento del lavoro.

*Parte 3<sup>a</sup>.* Controllo di gestione. Il controllo statistico della qualità; le carte di controllo per variabili, per attributi; i piani di campionamento. Il controllo quantitativo; l'adeguamento del piano di gestione; metodi di controllo delle giacenze anche con modelli probabilistici. Il controllo economico; metodi di contabilità industriale: il costo di fabbricazione a costi reali e a costi standard; l'analisi del valore; i budget. Sistemi di informazione per la programmazione ed il controllo della gestione. Sistemi di elaborazione dei dati.

*Parte 4<sup>a</sup>.* La pianificazione dell'evoluzione e dello sviluppo dell'impresa. Si esaminano le decisioni dell'impresa relative all'evoluzione ed allo sviluppo dei prodotti e mercati, delle strutture distributive e di vendita, di produzione, di approvvigionamento e finanziarie. Questa parte tratta in particolare dell'individuazione, valutazione e scelta degli investimenti in relazione ai piani di evoluzione e di sviluppo.

*Parte 5<sup>a</sup>.* Sintesi della posizione economico-finanziari dell'impresa e prospettive. Il bilancio: gli indici caratteristici.

## ESERCITAZIONI

Analisi previsionale. Programmazione lineare applicata ai piani integrati di gestione ed alla programmazione della produzione. Gestione delle scorte. Dimensionamento di servizi con metodi di simulazione. Tempi e metodi di lavorazione; abbinamento macchine; campionamento statistico del lavoro. Controllo statico di qualità. Scelta fra alternative, anche di investimento; il flusso di cassa scontato. Il bilancio: lo stato patrimoniale, il conto economico, il flusso dei fondi, gli indici caratteristici.

## TESTI CONSIGLIATI

- A. Caridi, *Tecniche organizzative e decisionali per la gestione aziendale*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1982.
- A. Caridi, *Esercitazioni di economia e tecnica aziendale*, Clut, Torino.
- N. Dellepiane, *Metodi di analisi economica per la preparazione del piano integrato di gestione aziendale*, G. Giappichelli, Torino, 1978.
- N. Dellepiane, *Documenti economico finanziari di sintesi della gestione aziendale*, seconda edizione riveduta, G. Giappichelli, Torino, 1978.
- N. Dellepiane, *Metodi Bayesiani di analisi economica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.
- N. Dellepiane, *Decisioni di investimento e decisioni di finanziamento*, G. Giappichelli, Torino, 1983.

## IN132 ELEMENTI DI ELETTRONICA

Prof. Marco GIORDANA

DIP. di Elettronica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Metrologico -

Automazione -

Costruzioni meccaniche -

Bioingegneria -

Turbomacchine -

Ferroviario -

Fisico tecnico -

Tecnologico

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale (ore)

80

30

4

Settimanale (ore)

6

2

—

*Il corso è indirizzato principalmente alle applicazioni dei dispositivi, dei componenti elettronici e dei sistemi elettronici compresi i calcolatori (mini e micro computer) con particolare attenzione alle applicazioni in ambiente industriale. Obiettivo rilevante del corso è quello di far acquisire, all'allievo ingegnere meccanico, le metodologie impiegate nel campo dell'elettronica, in modo tale da essere in grado di comprendere le prestazioni e le possibilità offerte dall'elettronica applicata. Il corso è articolato principalmente su lezioni di carattere informativo e descrittivo e su esercitazioni di calcolo di amplificatori.*

*Nozioni propedeutiche: buona conoscenza dell'elettrotecnica di base.*

## PROGRAMMA

Richiami di elettrotecnica: Elettrotecnica di base. Analisi di reti nel dominio della frequenza.

Calcolo simbolico. Analisi di transistori.

Componenti attivi e non lineari. Concetto di modello elettrico. Diodi. Transistori. Diodi controllati. Circuiti a larga scala di integrazione (esempi).

Amplificatori: Classificazione ed impiego. Concetto di reazione positiva e negativa. Amplificatori operazionali. Oscillatori.

Circuiti non lineari: Applicazioni di transistori ed amplificatori operazionali fuori linearità.

Acquisizione dati: Rappresentazione numerica di grandezze analogiche. Definizione di conversione analogico/digitale e digitale/analogico. Cenni all'algebra di Boole. Esempi di circuiti logici combinatori e sequenziali. Convertitori A/D - D/A. Esempio completo di un sistema di acquisizione dati.

Elaboratore elettronico: Cenni sulla struttura di una macchina numerica. Descrizione di una unità centrale integrata. Cenni sui linguaggi di programmazione. Cenni sui sistemi operativi.

Strumenti di misura: Tester. Voltmetri digitali. Oscilloscopio.

## ESERCITAZIONI

Calcolo funzioni di trasferimento in modulo e fase per circuiti a transistori, diagrammi di Bode, progetto di amplificatori operazionali, progetto di circuiti logici elementari.

## LABORATORI

È prevista una esercitazione in un laboratorio di misure elettroniche.

## TESTI CONSIGLIATI

J. Milman, *Microelectronics*, McGraw Hill, Kogakusha, Tokyo, 1979.

## IN482 ELETTROTECNICA

Prof. Edoardo BARBISIO (1° corso)  
 Prof. Ernesto ARRI (2° corso)

DIP. di Automatica e Informatica

II ANNO (\*)

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	88	30	—
Settimanale (ore)	6	2	—

*Il corso si propone di fornire allo studente le nozioni basilari di elettrotecnica generale per una corretta utilizzazione di macchine ed impianti. A tale fine, dopo aver approfondito lo studio delle reti di bipoli in regime stazionario, sinusoidale quasi-stazionario, transitorio e dei campi di corrente, elettrico, magnetico, vengono trattati i problemi di dimensionamento dei bipoli elementari, delle linee monofasi e trifasi, degli impianti di messa a terra e l'analisi del funzionamento delle principali macchine elettriche (trasformatori, macchine asincrone, macchine a collettore per corrente continua).*

*Il corso si svolgerà con lezioni teoriche, esercitazioni con esempi numerici e complementi alle lezioni, ore destinate a chiarimenti individuali.*

*Nozioni propedeutiche: Analisi I e II, Fisica I e II.*

## PROGRAMMA

Circuiti in regime stazionario e sinusoidale quasi stazionario: potenza istantanea; potenza attiva, reattiva, apparente; cenni sugli strumenti di misura. Concetto di bipolo e di rete di bipoli; bipoli lineari e non lineari; bipolo equivalente ad una rete accessibile a due dei suoi morsetti. Metodi d'analisi delle reti dei bipoli normali in regime stazionario e comunque variabile. Fenomeni transitori elementari.

Sistemi trifasi: analisi delle reti e metodi di misura sui sistemi simmetrici equilibrati. Riferimento.

Richiami sui campi elettrici, magnetici e di corrente: 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. 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. Parallelo di trasformatori.

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. Varie possibilità di comando e regolazione.

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni integrano le lezioni con particolare attenzione a problemi applicativi della teoria a bipoli e macchine di uso corrente civile ed industriale.

## TESTI CONSIGLIATI

P.P. Civalleri, *Elettrotecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

G. Fiorio, *Problemi di elettrotecnica*, Ed. Clut, Torino.

G. Fiorio - I. Gorini - A.R. Meo, *Appunti di elettrotecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

G. Someda, *Elementi di elettrotecnica generale*, Ed. Patron, Padova.

(\*) *Insegnamento del triennio anticipato al biennio.*

## IN472 FISICA I

Prof. Aldo PASQUARELLI

DIP. di Fisica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. MECCANICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab.

75 28 24

6 2 2

*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.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, laboratori.*

*Nozioni propedeutiche: per la buona comprensione del corso si richiede la conoscenza di Analisi matematica I.*

## PROGRAMMA

Cenni di Metrologia: misurazione 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 delle 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.

## LABORATORI

Esercitazioni a mezze squadre in laboratorio. Esperienze di cinematica e dinamica mediante l'impiego di rotaie a cuscinio d'aria. Acquisizione ed elaborazione dati sperimentali (caduti dei gravi e oscillazioni del pendolo) con l'uso di computer (Apple II).



## IN166 FISICA II

Prof. Laura TROSSI

DIP. di Fisica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. MECCANICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

80

6

Es.

30

2

Lab.

10

1

*Finalità del corso è l'apprendimento dei fondamenti dell'Elettromagnetismo e dell'ottica.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni orali, laboratori.*

*Nozioni prodeutiche: fondamenti di Meccanica, Calcolo differenziale ed integrale, Funzioni elementari.*

## PROGRAMMA

Interazioni di tipo elettrico. Campi elettrici statici. Circuiti elettrici. Interazione magnetica. Campi magnetici e correnti elettriche. Il campo magnetico statico. La struttura elettrica della materia. Il campo elettromagnetico dipendente dal tempo. Circuiti elettrici in condizioni dipendenti dal tempo. Moto ondulatorio: onde elastiche. Onde elettromagnetiche. Interazione della radiazione elettromagnetica con la materia. Riflessione e rifrazione. Riflessione e rifrazione di onde elettromagnetiche. Geometria della propagazione per onde. Interferenza. Diffrazione.

## ESERCITAZIONI

Risoluzione di facili esercizi e problemi relativi ai principali argomenti del corso.

## LABORATORI

Uso di amperometri e volmetri. Misure di resistenza e capacità. Misura di indici di rifrazione e di lunghezze d'onda.

## TESTI CONSIGLIATI

Alonso - Finn, *Elementi di Fisica per l'Università*, vol. 2, Addison Wesley.

Halliday - Resnick, *Fisica*, parte 2<sup>a</sup>, Ambrosiana, Milano, 1978.

## IN178 FISICA TECNICA

Prof. Paolo ANGLÉSIO (1° corso)  
 Prof. Michele CALI' (2° corso)

DIP. di Energetica

III ANNO  
 2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	54	6
Settimanale (ore)	4	4	—

*Il contenuto del corso è quello tradizionale della Fisica tecnica presso questa Facoltà; comprende argomenti strettamente termici (termodinamica applicata e termofluidodinamica) che costituiscono un collegamento tra corsi del biennio (Fisica I e II) e del triennio (Macchine); contiene argomenti più particolari (Illuminotecnica e Acustica applicata) che di norma non vengono ripresi in corsi successivi. La Fisica tecnica è di particolare importanza per gli allievi dell'indirizzo Termotecnico. Le esercitazioni grafiche e di calcolo hanno carattere individuale e vengono verificate nel corso dell'esame.*

*Il corso si svolgerà con lezioni di tipo tradizionale; esercitazioni grafiche e di calcolo per l'intero corso; esercitazioni di laboratorio per squadre di circa 30 persone. Nozioni propedeutiche: Fisica I e II, Idraulica.*

## PROGRAMMA

*Illuminotecnica.* Grandezze fondamentali, fotometriche ed energetiche. Sorgenti, campione fotometrico. Curva di visibilità. Lampade e loro efficienza.

*Acustica applicata.* Onde e propagazione dell'energia elastica. Audiogramma normale. Proprietà dei materiali. Riverberazione. Isolamento acustico.

*Termodinamica applicata.* Sistemi, stati, trasformazioni. Principio di conservazione dell'energia, equazioni in forma termica e meccanica, per sistemi chiusi e aperti. Energia interna ed entalpia. Secondo principio della termodinamica, entropia, irreversibilità. Gas perfetti e gas quasi perfetti; proprietà; cicli diretti ideali per macchine a gas. (Otto, Joule, Diesel, Carnot e cicli rigenerativi). Vapori e loro proprietà; cicli diretti ideali; rigenerazione. Cicli inversi. Effetto Joule-Thomson, gas reali. Miscele aria-vapore; diagramma di Mollier dell'aria umida.

*Termofluidodinamica.* Fenomeni di trasporto dell'energia, della quantità di moto e della massa. Principi di conservazione. Analisi dimensionale. Resistenze. Misuratori di portata. Moto prodotto da differenza di densità. Conduzione termica, legge di Fourier, conducibilità, casi piano e cilindric. Convezione, naturale e forzata. Analogia di Reynolds, modifica di Prandtl. Irraggiamento, leggi fondamentali, scambio termico tra corpi neri e grigi. Scambio termico liminare e globale, resistenza termica. Scambiatori.

## ESERCITAZIONI

Illuminazione artificiale di una strada. Ciclo motore a gas, con attriti. Ciclo Rankine, con rigenerazione. Scambio termico e resistenze al moto in scambiatore di calore.

## LABORATORI

Rumorosità di una macchina. Umidità relativa dell'aria (psicometro). Portata fluida con diaframma e tubo Pitot. Contatore di calore.

## TESTI CONSIGLIATI

C. Codegone, *Fisica tecnica*, 6 voll., Ed. Giorgio, Torino, 1969.

C. Boffa - P. Gregorio, *Elementi di Fisica tecnica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1976.

P. Anglesio - M. Cali - G.V. Fracastoro, *Esercitazioni di Fisica tecnica*, Ed. Celid, Torino, 1985.

## IN513 FLUIDODINAMICA

Prof. Claudio CANCELLI

DIP. di Ingegneria Aeronautica e Spaziale

IV ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

1° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

74

—

—

INDIRIZZO: Bioingegneria - Turbomacchine

Settimanale (ore)

6

—

—

## PROGRAMMA

- 1) Proprietà fondamentali dei fluidi. Descrizione fenomenologica dei flussi interni ed esterni, dei flussi secondari, del carattere laminare o turbolento del moto. Generalità della trasmissione termica in presenza del moto di un fluido: convezione naturale, cellule di Bénard. Correlazione dei risultati sperimentali ed introduzione empirica dei numeri caratteristici.
- 2) Concetti elementari di meccanica statistica: definizione di stato accessibile, postulati fondamentali, condizione di equilibrio, definizione a significato di temperatura e di entropia. Distribuzione canonica, teorema di equiripartizione, funzione di distribuzione di Maxwell, cammino libero medio nei gas. Passaggio dalle molecole al continuum, il problema delle quantità medie, calcolo dei coefficienti di trasporto nei gas. Cenni alla teoria del trasporto nei liquidi.
- 3) Equazioni fondamentali dei sistemi continui: bilanci di massa, di quantità di moto, di energia. Tensori della vorticità e della velocità di deformazione. Funzione di dissipazione, equazioni costitutive, fluidi newtoniani e non-newtoniani. Equazione di Stokes-Navier. Cenni ai fluidi viscoelastici: modelli di Maxwell e di Voigt.
- 4) Normalizzazione delle equazioni fondamentali: definizione dei numeri caratteristici e loro significato fisico. Modelli matematici semplificati, approssimazione del fluido incompressibile, del fluido perfetto, del moto di Stokes, importanza della superficie di separazione tra due fluidi di diversa densità. Separazione ed accoppiamento tra il moto del fluido e la diffusione del calore o della massa di una particolare specie.
- 5) Tecniche sperimentali per la misura delle grandezze che caratterizzano il flusso, e per la visualizzazione dello stesso.
- 6) Evoluzione dinamica della vorticità: moti rotazionali ed irrotazionali. Flussi con potenziale, equazione di Bernoulli, paradosso di D'Alembert. Strato limite viscoso e termico, metodi integrali per il calcolo dello strato limite, separazione dello strato limite, resistenza di attrito e di forma, corpi aerodinamici e corpi tozzi. Scie e getti: bilanci di quantità di moto, di massa, di energia; trascinamento di massa da parte dei getti, effetto Coanda.
- 7) Fenomeni di instabilità. Transizione alla turbolenza. Cenni alla descrizione della turbolenza in termini statistici; caduta irreversibile dell'energia meccanica verso la dissipazione. introduzione dei coefficienti turbolenti di trasporto, e loro conseguenze pratiche sulla trasmissione del calore, della quantità di moto, della massa di una specie chimica.
- 8) Flussi termici; equazioni di convezione (modello di Boussinesq), classificazione dei moti convettivi, convezione forzata. Convezione libera: parametri che la governano, convezione con gradiente di temperatura orizzontale, convezione con gradiente di temperatura verticale, spiegazione teorica delle celle di Bénard.
- 9) Fenomeni di propagazione. Onde di compressione o rarefazione, invarianti di Riemann e caratteristiche, onde di urto. Onde di gravità, relazione di dispersione, velocità di fase e velocità di gruppo, propagazione dell'energia. onde in condotti elastici. Gli argomenti 2), 3), 5), 9) non vengono tutti svolti nello stesso corso annuale per mancanza di tempo. La scelta tra essi è guidata dall'interesse degli studenti.

## ESERCITAZIONI

Non sono previste ore dedicate alle sole esercitazioni. Esercizi vengono svolti nelle ore di lezione, senza schema temporale prestabilito.

## TESTI CONSIGLIATI

- L. Prandtl, *Essential of Fluid Dynamics*, Hafner Publishing Company, 1952.  
 D.J. Tritton, *Physical Fluid-Dynamics*, Van Nostrand Reinold Company, 1977.

## IN181 FLUIDODINAMICA DELLE TURBOMACCHINE

Prof. Luca ZANNETTI

DIP. di Ingegneria Aeronautica e Spaziale

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Turbomacchine

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	50	50	—
Settimanale (ore)	4	4	—

*Il corso si propone di completare le conoscenze generali, acquisite dagli allievi ingegneri aeronautici negli insegnamenti di macchine, con le nozioni necessarie alla progettazione delle turbomacchine e alla previsione delle loro prestazioni. Elementi dell'Aerodinamica classica, quali il flusso potenziale incompressibile e il flusso irrotazionale compressibile supersonico, vengono richiamati ed applicati allo studio delle turbomacchine.*

*Nozioni propedeutiche: quelle contenute nel corso di macchine.*

### PROGRAMMA

Richiami di termodinamica. Elementi di meccanica dei fluidi e loro applicazione allo studio di schiere di profili: le equazioni di Eulero; le equazioni del potenziale di velocità e della funzione di corrente; il potenziale complesso; il campo di moto attorno a profili isolati e in schiera col metodo delle trasformazioni conformi. Valutazione empirica degli effetti della viscosità e della compressibilità sulle prestazioni di schiere di profili. La soluzione del problema diretto e inverso per schiere di profilo per mezzo di correlazioni sperimentali. L'equilibrio radiale. Criteri di svergolamento. Fenomeni di stallo e pompaggio in compressori assiali. Elementi di aerodinamica supersonica: le linee di mach; onde d'urto; il metodo delle caratteristiche. Fenomeni connessi a correnti supercritiche e supersoniche su schiere di profili. L'incidenza unica.

### ESERCITAZIONI

Esercizi di applicazione degli argomenti trattati nelle lezioni.

### TESTI CONSIGLIATI

- J.H. Horlock, *Axial Flow Compressors*, Butterworths Scientific Publications, London, 1958.  
 J.H. Horlock, *Axial Flow Turbines*, Butterworths Scientific Publication, London, 1958.  
 G.F. Wislicenus, *Fluid Mechanics of Turbomachinery*, Dover Publications, Inc. New York, 1965.

## IN186 GENERATORI DI CALORE

Prof. Antonio Maria BARBERO

DIP. di Energetica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Termotecnico -  
Impiantistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

55

4

Lab.

5

—

*Temi generali trattati: caratteristiche funzionali e costruttive dei principali generatori di calore; perdite di energia; rendimenti; calcolo termico dei generatori di calore; previsione di funzionamento su modello matematico; recuperatori di calore.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni monografiche e di calcolo, laboratorio, visite a centrali e/o stabilimenti.*

*Corsi propedeutici: Fisica tecnica, Chimica applicata, Macchine I.*

## PROGRAMMA

Descrizione dei principali tipi di generatore di calore: generatori di vapore e loro ausiliari (in particolare pompe di alimentazione, di circolazione, di estrazione del condensatore), generatori di acqua calda, generatori di acqua surriscaldata, generatori di fluidi diatermici caldi, generatori di aria calda, forni, inceneritori. Caratterizzazione termica delle parti dei generatori di calore. Caratteristiche delle fiamme (cenni). Caratteristiche fisico-chimiche dei combustibili. Caratteristiche fisico-chimiche dei prodotti della combustione. Reazioni di combustione (metodi particolari di calcolo). Metodi di calcolo dei rendimenti. Metodi di calcolo delle perdite di energia. Influenza delle varie perdite sul rendimento ai vari regimi termici. Richiami di trasmissione del calore applicati ai generatori di calore. Emissione di energia radiante da fiamme. Dimensionamento termico delle camere di combustione. Dimensionamento termico degli scambiatori a valle della camera di combustione. Verifiche del calcolo termico dei generatori di calore. Metodi semiempirici di calcolo di progettazione termica. Previsioni di funzionamento con il metodo del reattore ben mescolato. Cenni a modelli matematici a una o più dimensioni. Recuperatori di calore: calcolo e descrizione. Cenni a generatori di calore non a combustione. Cenni a impianti di cogenerazione di energia termica e meccanica.

## ESERCITAZIONI

Esercitazioni di calcolo e inoltre esercitazioni monografiche su: strumentazione di misura per generatori di calore; problemi di corrosione; legislazione e inquinamento; approfondimento di aspetti particolarmente interessanti di alcuni generatori.

## LABORATORI

Visita al laboratorio di prove sulla combustione di Fisica tecnica e Impianti nucleari. Visite a stabilimenti del settore (costruzione bruciatori, caldaie, pannelli solari) e a generatori di vapore.

## ESERCITAZIONI

Non sono previste ore dedicate alle sole esercitazioni. Essendo vengono svolte nelle ore di lezione, senza alcuna compensazione predefinita.

## TESTI CONSIGLIATI

V. Prandtl, *Lezioni di Fluid Dynamics*, Zanichelli Editore, 1933.

D.J. Tritton, *Physical Fluid Dynamics*, Van Nostrand Reinhold Company, 1977.

## IN476 GEOMETRIA I

Prof. Paolo VALABREGA (2° corso)

DIP. di Matematica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. MECCANICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

80

52

—

6

4

—

*Il corso si propone di fornire agli studenti una preparazione di base per lo studio di problemi con l'uso di coordinate in relazione alla geometria analitica del piano e dello spazio. Una parte del corso è anche dedicata al calcolo matriciale, oltre che allo studio delle funzioni di più variabili reali.*

*Il corso si svolge in lezioni ed esercitazioni.*

*Nozioni propedeutiche: si trovano nel corso di Analisi matematica I con particolare riguardo alle proprietà dei numeri reali e complessi, operazioni di integrazione e di derivazione.*

## PROGRAMMA

Vettori liberi ed applicati. Operazioni fondamentali sui vettori ed applicazioni geometriche. Geometria analitica del piano. Coniche come curve del 2° ordine. Altri luoghi geometrici. Geometria analitica dello spazio. Coordinate cartesiane, cilindriche e sferiche. Proprietà generali di curve e superficie. Sfere e circonferenze. Coni e cilindri. Superficie di rotazione e quadriche. Elementi di geometria differenziale delle curve. Curve in forma parametrica. Lunghezza di un arco di curva.

Triedro fondamentale, curvatura e torsione. Applicazioni.

Spazi vettoriali, matrici e sistemi lineari. Sottospazi. Dimensione. Operatori lineari e matrici, con relative operazioni. Risoluzione di sistemi lineari. Autovalori ed autovettori di un operatore lineare. Calcolo differenziale per funzioni di più variabili. Funzioni di più variabili a valori reali, dominio, limiti. Derivate parziali e direzionali. Gradiente, differenziale. Massimi e minimi relativi.

Funzioni a valori vettoriali e matrice jacobiana. Applicazioni geometriche: retta tangente ad una curva, piano tangente ad una superficie.

## ESERCITAZIONI

Illustrazione mediante esempi ed esercizi dei vari aspetti del programma.

## TESTI CONSIGLIATI

Greco - Valabrega, *Lezioni di Matematica per allievi ingegneri*, vol. 2 (in due parti), Ed. Levrotto & Bella, Torino.

AA.VV., *Esercizi di Geometria*, Ed. Celid.

## IN205 IDRAULICA

Prof. Luigi BUTERA

IST. di Idraulica e Costruzioni Idrauliche

III ANNO  
1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	48	8
Settimanale (ore)	4	4	—

*Il corso si propone di fornire gli elementi per il proporzionamento dei recipienti destinati a contenere fluidi e delle condotte per il loro convogliamento. Partendo da una impostazione teorica si perviene alle applicazioni pratiche, viste anche alla luce della crisi energetica in atto e ai presupposti che l'Idraulica può dare in vista dello sfruttamento energetico delle risorse idriche.*

*Il corso si articolerà in quattro ore di lezione e quattro ore di esercitazioni settimanali, nonché in 8 ore di laboratorio.*

*Sono da considerarsi propedeutiche le discipline: Analisi I, Analisi II, Fisica I, Fisica II, Meccanica razionale.*

## PROGRAMMA

Idrostatica. Pressione. Pressione nell'intorno di un punto. Equazioni locali di equilibrio. Carico piezometrico. Piezometri, manometri metallici e a mercurio, semplici e differenziali. Azioni dei liquidi su superfici. Spinta su superfici piane e curve. Idrodinamica. Impostazione del problema da un punto di vista Euleriano o Lagrangiano. Equazioni dei liquidi perfetti. Teorema di Bernoulli. Estensione alle correnti. Applicazione ad alcuni processi di efflusso. Moti a potenziale di velocità. Equilibrio relativo. Equazioni. Spinta su superfici in condizioni di equilibrio relativo. Teorema di Bernoulli per il moto relativo. Moto dei fluidi reali nelle tubazioni. Resistenze distribuite. Equazioni dei liquidi viscosi. Moto laminare. Tensioni turbolente e moto turbolento. Tubi lisci, tubi scabri. Indice di resistenza e legame con le velocità medie, locali, massime e d'attrito. Diagrammi risolutivi dei problemi di progetto e verifica. Dipendenza di  $i$  da  $Q$  e  $D$  nei vari regimi. Formule pratiche del moto uniforme. Resistenze localizzate. Perdite di carico per brusche variazioni di direzione e sezione. Reti di condotte. Criteri di economia. Reti chiuse. Metodo di Cross. Condotte in depressione. Moto vario nelle condotte in pressione. Colpo d'ariete. Colpo d'ariete negli impianti di sollevamento. Dispositivi d'attenuazione. Casse d'aria. Filtrazione. Legge di Darcy-Ritter e generalizzazione. Moto permanente in falde artesiane e freatiche. L'analisi dimensionale e la teoria dei modelli. Modelli simili e distorti. Modelli analogici. Le misure di portata.

## ESERCITAZIONI

Di tipo applicativo per 4 ore settimanali, più ore dedicate dal titolare del corso a chiarimenti di argomenti vari.

## LABORATORI

Esercitazioni a gruppi.

## TESTI CONSIGLIATI

De Marchi, *Idraulica*, Hoepli, Milano, 1954.

Ghetti, *Idraulica*, Libreria Cortina, Padova, 1980.

Durante lo svolgimento del corso verranno forniti appunti riguardanti alcuni argomenti svolti a lezione.

## IN220 IMPIANTI MECCANICI

Prof. Armando MONTE (1° corso)

IST. di Trasporti ed Organizzazione Industriale

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	100	20
Settimanale (ore)	4	8	—

*Scopo corso è di far conoscere i principali problemi attinenti agli impianti industriali, con i quali gli ingegneri meccanici verranno a contatto durante la loro attività professionale, e fornire i criteri di progettazione e valutazione degli impianti stessi. Nozioni propedeutiche: Scienza delle costruzioni, Fisica tecnica, Meccanica applicata alle macchine, Idraulica.*

## PROGRAMMA

Criteri di progettazione degli impianti industriali. La disposizione dei macchinari e dei reparti. Applicazione di metodi di ricerca operativa alla progettazione degli impianti industriali.

Ingegneria economica. Valutazione della redditività degli investimenti impiantistici.

I trasporti interni agli stabilimenti industriali.

Impianti generali di distribuzione dell'acqua, dell'aria compressa e degli altri servomezzi occorrenti negli stabilimenti industriali.

Impianti di trattamento e ricircolo delle acque primarie e di scarico.

Trattamento dei fanghi e dei rifiuti solidi.

Impianti di aspirazione e filtrazione delle polluzioni atmosferiche prodotte nelle lavorazioni industriali.

Isolamento e riduzione dei rumori e delle vibrazioni in campo industriale.

Tecniche di gestione per la realizzazione di impianti industriali.

## ESERCITAZIONI

Progettazione di massima di un impianto industriale, applicando gli argomenti svolti a lezione.

## LABORATORI

Visite a impianti industriali.

## TESTI CONSIGLIATI

A. Monte, *Elementi di impianti industriali*, Ed. Cortina, Torino, e in generale, la bibliografia riportata sul testo.

## LABORATORI

Visite a impianti industriali.

## TESTI CONSIGLIATI

A. Monte, *Elementi di impianti industriali*, Ed. Cortina, Torino, e in generale, la bibliografia riportata sul testo.

## IN220 IMPIANTI MECCANICI

Prof. Giovanni BAUDUCCO (2° corso) IST. di Trasporti e Organizzazione Industriale

V ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	60	100	20
	Settimanale (ore)	4	8	—

*Scopo del corso è di far conoscere i principali problemi attinenti agli impianti industriali, con i quali gli ingegneri verranno a contatto durante la loro attività professionale e fornire i criteri di progettazione, gestione e valutazione degli impianti stessi. Sono previste lezioni per fornire gli elementi teorici e pratici per la progettazione e gestione degli impianti, esercitazioni applicative e visite ad impianti funzionanti. Nozioni propedeutiche: Scienza delle costruzioni, Fisica tecnica, Meccanica applicata alle macchine, Idraulica.*

## PROGRAMMA

Criteri di progettazione degli impianti industriali. La disposizione dei macchinari e dei reparti. Applicazioni di metodologie statistiche alla progettazione e gestione degli impianti industriali. Applicazione di metodi di ricerca operativa alla progettazione e gestione degli impianti industriali.

Ingegneria economica. Valutazione della redditività degli investimenti impiantistici.

I trasporti interni agli stabilimenti industriali e il dimensionamento dei magazzini.

Impianti di captazione e distribuzione dell'acqua, di produzione e distribuzione dell'aria compressa, di trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica e di distribuzione degli altri servomezzi occorrenti negli stabilimenti industriali.

Impianti di trattamento e ricircolo delle acque primarie e di scarico.

Trattamento dei fanghi e dei rifiuti solidi.

Impianti di aspirazione e filtrazione delle polluzioni atmosferiche prodotte nelle lavorazioni industriali.

Isolamento e riduzione dei rumori e delle vibrazioni in campo industriale.

## ESERCITAZIONI

Progettazione di massima di un impianto industriale, con l'applicazione degli argomenti svolti a lezione.

## LABORATORI

Visite a impianti industriali.

## TESTI CONSIGLIATI

A. Monte, *Elementi di impianti industriali*, Ed. Cortina, Torino, e, in generale, la bibliografia riportata sul testo.

## IN221 IMPIANTI MECCANICI II

Prof. Alberto CHIARAVIGLIO

IST. di Trasporti e Organizzazione Industriale

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Economico - Organizzativo -  
Impiantistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

60

60

60

4

4

4

*Finalità del corso: completare la formazione impiantistica degli allievi ingegneri in materia di costruzione, appalto, collaudo ed avviamento degli impianti industriali, fornendo elementi relativi ai problemi di finanziamento degli impianti.*

*Sono previste lezioni per fornire gli elementi teorico-pratici per la costruzione degli impianti; esercitazioni applicative e visite a numerosi impianti funzionanti.*

*Nozioni propedeutiche: Impianti meccanici.*

## PROGRAMMA

Progettazione ergonomica degli impianti industriali.

I fabbricati industriali: forme, caratteristiche, tipi di struttura e di copertura, gli elementi costruttivi degli impianti industriali.

I caratteri fisici dell'ambiente di lavoro; il microclima; i rumori e le vibrazioni negli impianti industriali.

Impianti di trasporto di persone e materiali negli stabilimenti industriali (montacarichi, ascensori, trasportatori speciali, ecc.).

Impianti di deposito e di distribuzione di combustibili, oli, solventi, ossigeno, acetilene, metano, ecc..

Gli accessi e le viabilità negli stabilimenti industriali; il piano regolatore di sviluppo.

La progettazione, il calcolo e la realizzazione degli impianti in conformità alla legislazione vigente (antifortunistica, antinquinamento, UNI, CNR, ecc.).

L'approvazione dei progetti; i diversi gradi di approvazione; gli organismi preposti; concessioni ed autorizzazioni; il catasto; il CIPE, il CIPI.

Il finanziamento degli impianti industriali; il leasing; la redditività degli impianti; la valutazione degli impianti e la scelta fra gli investimenti.

I capitolati; gli appalti; la direzione lavori; il PERT; i collaudi e l'avviamento.

I parametri della produzione; la gestione e l'affidabilità; la manutenzione.

## ESERCITAZIONI

Redazione di capitolati speciali d'appalto e di computi metrici.

## LABORATORI

Visite a impianti funzionanti di industrie operanti in diversi settori (meccanico, metallurgico, alimentare, cementifero, ecc.).

## TESTI CONSIGLIATI

A. Monte, *Elementi di impianti industriali.*

V. Zignoli, *Costi e valutazioni industriali.*

V. Zignoli, *Costruzioni edili.*

V. Zignoli, *Trasporti meccanici.*

## IN521 IMPIANTI TERMOTECNICI

Prof. Vincenzo FERRO

DIP. di Energetica

V ANNO  
2° PERIODO DIDATTICO  
INDIRIZZO: Termotecnico

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	60	10
Settimanale (ore)	5	5	—

*Finalità del corso: fornire al futuro ingegnere-impiantista una conoscenza approfondita tecnico-progettuale direttamente utilizzabile sia nell'industria, sia nella professione nel campo degli impianti termotecnici.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, visite di istruzione.*

*Nozioni propedeutiche: Fisica tecnica, Macchine, Generatori di calore.*

## PROGRAMMA

Trasmissione del calore in regime variabile. Impianti di riscaldamento per edifici civili: a) a convezione, b) a radiazione. Impianti di riscaldamento per edifici industriali: a) aerotermi, b) termoventilazione, c) radiazione. Riscaldamento a pompa di calore. Centrali termiche per riscaldamento: a) unifamigliari, b) di edifici, c) di quartiere ed urbane, d) di edifici industriali. Impianti di condizionamento per edifici civili: a) impianti a tutt'aria, b) impianti multizona, c) impianti misti. Distribuzione dell'aria negli impianti di condizionamento per edifici civili. Regolazione degli impianti di condizionamento per edifici civili. Impianti di condizionamento per edifici industriali (soluzioni caratteristiche per varie industrie). Distribuzione dell'aria negli impianti di condizionamento per edifici industriali. Impianti a pompa di calore. Centrali termiche per il condizionamento dell'aria: a) per edifici civili, b) per edifici industriali. Centrali frigorifere per il condizionamento dell'aria: a) per edifici civili, b) per edifici industriali. Impianti di essiccamento. Elettrotermia. Problemi acustici degli impianti di condizionamento e di ventilazione. Ventilazione delle gallerie autostradali. Illuminazione delle gallerie autostradali.

## ESERCITAZIONI

Calcolo dei cicli termodinamici per centrali termoelettriche. Bilanci energetici. Calcolo torri di refrigerazione. Calcolo di impianti di condizionamento, di ventilazione e di termoventilazione per applicazioni civili ed industriali. Calcolo di centrali di riscaldamento di quartieri ed urbane. Visiste a impianti termoelettrici e di condizionamento.

## TESTI CONSIGLIATI

Brunelli - Codegone, *Fisica tecnica*, vol. 1 e 2.  
Pizzetti, *Condizionamento dell'aria*.  
Parolini - Fantini, *Impianti tecnici*.

**IN526 LAVORAZIONE PER DEFORMAZIONE PLASTICA**

Prof. Giovanni PEROTTI

DIP. di Tecnologia e Sistemi d'Informazione

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Tecnologico -  
Metallurgico

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	40	20
Settimanale (ore)	4	4	—

*Il corso si propone di presentare i problemi connessi con le lavorazioni, per deformazione plastica dei metalli ed indicarne i metodi di risoluzione.*

*Il corso si avvarrà di lezioni, esercitazioni pratiche e di calcolo, visite a stabilimenti. È consigliabile seguire in precedenza il corso di Siderurgia.*

**PROGRAMMA**

Comportamento dei materiali metallici alle deformazioni plastiche. Dislocazioni. Relazioni fra tensioni e deformazioni in campo plastico. Tensioni e deformazioni locali. Criteri di scorrimento. Metodi e modelli per valutare le forze ed i lavori necessari a produrre deformazioni plastiche (metodo del lavoro uniforme, dell'elemento sottile, del limite superiore, delle linee di scorrimento).

Analisi delle condizioni esecutive delle lavorazioni per deformazione plastica: stato e forma dei materiali lavorati, velocità delle deformazioni, temperature, parametri geometrici. Esame delle macchine e degli impianti usati per le lavorazioni di deformazione plastica; studio delle caratteristiche relative ai processi di stampaggio, laminazione, estrusione, trafilatura, lavorazione della lamiera.

**ESERCITAZIONI**

Calcolo di parametri di lavorazioni per deformazione plastica. Cicli tecnologici. Visite a stabilimenti di forgitura, laminazione, stampaggio lamiera.

**LABORATORI**

Uso di strumenti per rilievo di deformazioni e forze. Lavorazioni con attrezzature specifiche di deformazione.

**TESTI CONSIGLIATI**

H. Tschätsch, *Manuale lavorazioni per deformazione*, Tecniche nuove, Milano.

M. Rossi, *Stampaggio a freddo delle lamiera*, Hoepli, Milano.

A. Mendelson, *Plasticity: Theory and Application*, Krieger, Fla.

## IN249 MACCHINE I

Prof. Andrea Emilio CATANIA

DIP. di Energetica

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez. Es.

Lab.

Annuale (ore)

78 52

—

Settimanale (ore)

6 4

—

*Il corso intende fornire un quadro completo ed aggiornato di tutta la problematica relativa agli impianti a vapore per la produzione di energia, ai compressori di gas e alle macchine idrauliche, iniziando sia da richiami di termodinamica applicata, esaminata e sottolineata dal punto di vista che più interessa nello studio delle macchine a fluido, sia dai concetti fondamentali della meccanica dei fluidi e delle sue applicazioni alle turbomacchine. Oltre agli elementi fondamentali di macchine che consentano di eseguire le opportune scelte e calcolazioni richieste all'utilizzatore delle macchine stesse, il corso intende anche fornire elementi per approfondire settori più specialistici nel campo delle turbomacchine, quali, ad esempio le tenuta a labirinto, le valvole di regolazione, il funzionamento di una palettatura in condizioni diverse da quelle di progetto ecc..*

*Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni; periodici accertamenti scritti che possono consentire il superamento durante il periodo didattico, della prova scritta di esame; visite ad impianti o industrie costruttrici di macchine a fluido.*

*Nozioni pededeutiche: Fisica tecnica, Meccanica applicata, Idraulica.*

## PROGRAMMA

Classificazione delle macchine a fluido e loro applicazioni.

Termodinamica applicata alle macchine; cenni di fluidodinamica applicata alle macchine.

Turbomacchine: teoria unidimensionale. Turbine.

Impianti a vapore: cicli termodinamici e loro realizzazione, turbine a vapore per applicazioni stazionarie ed alla propulsione. Condensatori di vapore.

Turbine idrauliche.

Turbopompe. Impianti idroelettrici a ricupero e pompe-turbine.

Turbocompressori di gas.

Macchine operatrici volumetriche.

Pompe alternative e rotative. Motori idrostatici.

Compressori di gas rotativi e alternativi.

Trasmissioni idrauliche.

Giunti idraulici. Convertitori di coppia. Trasmissioni idrostatiche.

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni di calcolo in aula abitano l'allievo ad impostare numericamente i singoli problemi sia per consentirgli una immediata visione degli ordini di grandezza dei parametri in gioco, sia per permettergli la verifica immediata del proprio grado di comprensione.

## TESTI CONSIGLIATI

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

A. Capetti, *Compressori di gas*, Ed. Giorgio, 1967.

A. Dadone, *Macchine idrauliche*, Clut, 1970.

**IN250 MACCHINE I (corso unico per meccanici)**

Prof. Andrea Emilio CATANIA

DIP. di Energetica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	78	52	—
Settimanale (ore)	6	4	—

*Il corso mira a fornire notizie generali sulle varie macchine, mettendo a fuoco descrizione e principi di funzionamento e prestazioni al di fuori delle condizioni di progetto, senza entrare troppo nel merito del progetto stesso. Il corso è quindi indirizzato ad utilizzatori di macchine più che a progettisti delle stesse.*

*Il corso comprende lezioni in aula, esercitazioni in aula, visita al laboratorio di macchine a fine corso.*

*Nozioni propedeutiche: Meccanica applicata, Fisica tecnica, Idraulica.*

**PROGRAMMA**

Principi generali di termodinamica con riferimento alle macchine. Turbine a vapore. Cicli. Ruote ad azione e reazione. Regolazione. Condensatori.

Compressori di gas. Turbocompressori, compressori alternativi e rotativi. Regolazione.

Turbine a gas. Cicli. Descrizione camere combustione. Regolazioni impianti mono e bialbero. Caratteristica meccanica.

Macchine idrauliche. Parametri di similitudine. Regolazione turbine idrauliche e turbopompe.

Motori alternativi. Cicli. Analisi rendimenti vari. Motori ad accensione comandata e per compressione. Loro regolazione e caratteristica meccanica.

**ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni consistono nello svolgimento di esercizi e problemi applicativi dei concetti sviluppati a lezione ed hanno lo scopo sia di fornire gli ordini di grandezza dei vari parametri, sia di migliorare il grado di apprendimento, nonché di preparare alla prova scritta di esame.

**LABORATORI**

Visita al laboratorio di macchine a fine corso.

## IN251 MACCHINE II

Prof. Enrico ANTONELLI

DIP. di Energetica

V ANNO (IV per Ind. Automobilistico)  
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	84	46	6
Settimanale (ore)	6	4	—

*Scopo del corso è quello di fornire le nozioni fondamentali sui motori a combustione interna volumetrici (alternativi e rotativi) e a flusso continuo (turbine a gas): il corso comprende, sia una parte più propriamente descrittiva, avente lo scopo di fornire una conoscenza generale della costituzione di detti motori, sia una parte a carattere formativo, necessaria per permettere la scelta in relazione all'impiego e per costituire la base della loro progettazione termica e fluidodinamica.*

*Il corso comprende lezioni, esercitazioni numeriche e grafiche ed esercitazioni di laboratorio.*

*Nozioni propedeutiche: sono propedeutiche Chimica applicata e Macchine I.*

## PROGRAMMA

Richiami di termodinamica, fluidodinamica e termochimica applicata ai motori a combustione interna.

Motori volumetrici: classificazione, cicli ideali, criteri per l'impostazione del progetto di massima.

Motori alternativi ad accensione comandata, a 4 e a 2 tempi: costituzione, particolarità, funzionamento reale. Studio particolareggiato del funzionamento: riempimento, combustione normale ed anomala, caratteristica meccanica e di regolazione; sistemi di alimentazione con carburatore e ad iniezione; apparati di accensione; emissioni.

Motori alternativi ad accensione per compressione, a 4 e a 2 tempi: costituzione, particolarità, funzionamento reale. Studio particolareggiato del funzionamento: combustione normale e anomala, caratteristica meccanica e di regolazione; apparati di iniezione; emissioni.

La sovralimentazione dei motori a 4 e a 2 tempi: modalità e relative prestazioni.

Notizie complementari sui motori alternativi: equilibramento; refrigerazione.

Motori rotativi: classificazione, costituzione, particolarità di funzionamento.

Turbine a gas: classificazione, cicli ideali e reali, semplici e complessi (inter-refrigerazione, ricombustione, rigenerazione); caratteristica meccanica e di regolazione; combustori e problemi di combustione; palettatura e loro refrigerazione.

Reattori (turbo-auto-pulso-endo-reattori): generalità, principi di funzionamento.

## ESERCITAZIONI

Oltre ad esercizi numerici su argomenti trattati a lezione vengono svolte due esercitazioni numerico-grafiche consistenti nel calcolo di massima di un motore alternativo e di un impianto di turbina a gas.

## LABORATORI

Smontaggio e rimontaggio di un motore automobilistico; rilevamento al banco-prova della caratteristica meccanica e di quella di regolazione di un motore alternativo.

## TESTI CONSIGLIATI

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

A. Capetti, *Esercizi sulle macchine termiche*, V. Giorgio, Torino, 1965.

## IN257 MATEMATICA APPLICATA

Prof. Nicola BELLOMO

DIP. di Matematica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Strutturistico  
Turbomacchine

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	55	25	20
Settimanale (ore)	4	4	2

*Il corso si propone lo scopo di impartire a studenti di una scuola di ingegneria alcuni metodi matematici idonei alla modellizzazione matematica ed alla analisi qualitativa e quantitativa di sistemi d'ingegneria aeronautica. I temi principali trattati, in sostanza: le equazioni differenziali dei sistemi continui le quali sono studiate con metodi analitici e con tecniche numeriche.*

*Il corso si propone altresì lo scopo di introdurre i metodi del calcolo delle probabilità e dell'analisi stocastica.*

*Il corso comprenderà lezioni, esercitazioni in aula ed al calcolatore, seminari.*

*Nozioni propedeutiche: i contenuti dei corsi di Analisi matematica, Geometria, Meccanica razionale e Scienza delle costruzioni.*

## PROGRAMMA

Equazioni differenziali alle derivate ordinarie deterministiche.

Equazioni differenziali alle derivate ordinarie con parametri aleatori.

Tecniche di perturbazione. Metodi di integrazione numerica.

Il metodo della matrice di Green.

Stabilità dei sistemi discreti.

Formulazione matematica dei problemi di ottimo.

Tecniche di studio dei problemi di ottimo.

Equazioni differenziali alle derivate parziali con coefficienti costanti.

Equazioni differenziali alle derivate parziali con parametri aleatori.

Tecniche di perturbazione per lo studio di equazioni alle derivate parziali.

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono differenziate per corso, Meccanici od Aeronautici, e si rivolgono allo studio matematico di sistemi in Ingegneria Meccanica ed Aeronautica rispettivamente.

## LABORATORI

Esercitazioni pratiche su Sistemi di calcolo automatico.

## TESTI CONSIGLIATI

N. Bellomo, *Sistemi dinamici e modelli matematici con parametri aleatori*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

P. Buzano - M. Pandolfi, *Quaderni di matematica applicata*, Celid, Torino.

## IN263 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

Prof. Guido BELFORTE

DIP. di Meccanica

III ANNO  
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	56	—
Settimanale (ore)	6	4	—

*Scopo del corso è di esaminare le leggi fondamentali che regolano il funzionamento delle macchine, di effettuare l'analisi funzionale dei componenti meccanici e l'analisi dinamica dei sistemi meccanici.*

*Il corso si svolgerà con lezioni ed esercitazioni collegate.*

*Nozioni prouedeutiche: nozioni di meccanica di base, date nel corso di Meccanica razionale.*

## PROGRAMMA

Leggi di aderenza e di attrito. Attrito radente e volvente. Meccanismi vite e madrevite. Freni a ceppi piani, a tamburo, a disco. Frizioni piane e coniche. Flessibili: cinghie, funi, catene. Trasmissione con flessibili. Paranchi. Giunti di trasmissione: cardani e giunti omocineticici. Sistemi con camme e punterie. Trasmissione del moto con ruote dentate. Proprietà delle ruote cilindriche ed evolvente a denti elicoidali e coppia vite senza fine-ruota elicoidale. Forze scambiate tra gli ingranaggi. Rotismi ordinari ed epicicloidali. Riduttori di velocità, differenziali, cambi di velocità. Azioni di contatto e cuscinetti a rotolamento. Proprietà dei lubrificanti. Teoria elementare della lubrificazione. Pattini e perni lubrificati. Equilibri dinamici. Applicazione del teorema della quantità di moto, del momento della quantità di moto e dell'energia. Sollecitazioni dinamiche su elementi rotanti ed equilibramento dei rotori. Dinamica dei sistemi continui. Calcolo dei volani. Studio dei fenomeni transitori nelle macchine. Accoppiamento di macchine motrici ed operatrici. Funzionamento in regime periodico. Vibrazioni di sistemi a parametri concentrati ad uno e a più gradi di libertà. Uso delle trasformate nello studio dei sistemi vibranti. Misura delle vibrazioni. Trasmissibilità. Velocità critiche. Trasformate di Laplace ed applicazione della teoria dei sistemi. Regolazione delle macchine. Analisi dei sistemi di controllo. Componenti e sistemi di automazione pneumatici ed oleodinamici. Tecniche di controllo digitali.

## ESERCITAZIONI

Consistono nello svolgimento di esercizi e problemi riguardanti gli argomenti delle lezioni.

## TESTI CONSIGLIATI

Belforte, *Meccanica applicata alle macchine*, Ed. Giorgio, Torino, 1983.

Ghigliazza, *Guida alla progettazione funzionale delle macchine*, Tolozzi Editore.

Jacazio - Piombo, *Esercizi di Meccanica applicata alle macchine*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.

## IN532 MECCANICA BIOMEDICA APPLICATA

Prof. Fulvia QUAGLIOTTI

DIP. di Ingegneria Aeronautica e Spaziale

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Bioingegneria

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	10	20
Settimanale (ore)	4	2	—

*Il corso ha lo scopo di fornire, nel campo biomedico, le nozioni più strettamente attinenti alla meccanica, riguardanti le apparecchiature per circolazione extracorporea, per anestesia e rianimazione e per dialisi. Per facilitare la comprensione degli argomenti trattati, vengono fornite alcune nozioni di fisiologia. Inoltre sono trattati due argomenti che riguardano situazioni fisiologiche particolari di respirazione, cioè l'immersione subacquea ed il volo di alta quota: vengono prese in considerazione le apparecchiature relative.*

*Il corso comprenderà lezioni, esercitazioni in laboratorio ed in ospedali o centri, dove le apparecchiature sono utilizzate, visite di istruzione.*

*Si consiglia lo studente di frequentare: Meccanica dei fluidi, Logica pneumatica, Automazione pneumatica.*

## PROGRAMMA

Identificazione degli argomenti di interfaccia tra ingegneria meccanica e medicina: apparecchiature di controllo chirurgico, di anestesia e di rianimazione, macchine cuore-polmone, ventilatori artificiali, apparecchiature per dialisi. Nozioni di fisiologia: sistema circolatorio, sistema respiratorio, sistema nervoso. Fluidodinamica della circolazione e della respirazione: reologia della circolazione, meccanica della respirazione, modello matematico del polmone. Apparecchiature per circolazione extracorporea: ossigenatori, pompe cardiache. Valvole cardiache artificiali e problemi relativi. Apparecchiature di anestesia e rianimazione: schema di funzionamento di diversi tipi di respiratori artificiali e loro requisiti. Apparecchiature complementari: aspiratori, nebulizzatori. Apparecchiature per immersione subacquea: erogatori subacquei (schemi costruttivi e caratteristiche di funzionamento). Apparecchiature in dotazione su velivoli militari e civili per il condizionamento dell'abitacolo, maschere, serbatoi O<sub>2</sub> liquido; normativa relativa.

## ESERCITAZIONI

Funzionamento delle apparecchiature di anestesia e rianimazione (in ospedale). Funzionamento apparecchiature per controllo capacità respiratoria (in ospedale). Visita a velivoli in dotazione all'A.M..

## LABORATORI

Misure della capacità polmonare e analisi del funzionamento di respiratori artificiali (in ospedale). Uso di modello di polmone.

## TESTI CONSIGLIATI

J.B. West, *Fisiologia della respirazione «l'essenziale»*, Ed. Piccin, Padova, 1979.

Ulmer - Reichel - Nolte, *La funzione respiratorio*, Ed. Piccin, Padova, 1975.

Myers - Parsonnet, *Engineering in the heart and blood vessels*, Wiley Interscience Ed., 1969.

Mushin and others auth, *Automatic ventilation of the lungs*, Balckwell Ed., 1969.

## IN534 MECCANICA DEI ROBOT

Prof. Ario ROMITI

DIP. di Meccanica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automazione

Costruzioni macchine -  
Tecnologico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab.

56 28 28

4 2 2

*Scopo del corso è di fornire le conoscenze necessarie per la progettazione funzionale e strutturale dei robot e per il loro adattamento ai vari possibili impieghi, e la formulazione dei modelli matematici che dovranno essere utilizzati dai programmatori dei controlli. Verranno dapprima studiate le caratteristiche dei componenti, quindi sarà effettuata l'analisi del sistema robot; verranno infine considerate le applicazioni, dall'integrazione del robot in sistemi complessi alla personalizzazione dei robot per usi particolari.*

*Il corso è articolato in lezioni ed esercitazioni teoriche e di laboratorio.*

*Nozioni propedeutiche: si ritiene consigliabile l'aver seguito il corso di Regolazioni automatiche.*

## PROGRAMMA

Elementi caratteristici di robot e manipolatori. Classificazione dei robot. Gradi di libertà. Struttura meccanica dei robot. Configurazioni con elementi articolati e di scorrimento. Costituzione dei giunti e delle guide. Costituzione dei polsi. Sistemi di attuazione: elettrico, idraulico, pneumatico.

Caratteristiche meccaniche e di controllo degli attuatori. Sistemi di riduzione della velocità. Sensori di posizione e di velocità, assoluti ed incrementali, ottici ed elettromagnetici. Sensori tattili, di prossimità visuali. Sensori di forza. Trasduzione ed interpretazione dei segnali dei sensori. Mani di presa meccaniche, elettromagnetiche, a vuoto. Movimentazione delle mani e delle dita. Forze di contatto. Metodi di controllo automatico dei robot. Modellazione cinematica e dinamica del sistema meccanico del robot. identificazione dei componenti. Metodi di analisi dinamica del sistema meccanico del robot. identificazione dei componenti. Metodi di analisi dinamica: teoremi generali, equazioni di lagrange, metodi variazionali. Rigidezze dei componenti e delle articolazioni. Effetti dell'elasticità della struttura. Modi di vibrazione. Precisione di posizionamento. Modelli delle mani di presa e dei sistemi di attuazione. Trasmissioni nelle linee pneumatiche ed idrauliche. Studio dei transitori. Sollecitazioni dei componenti. Affidabilità e impiego nei sistemi flessibili di lavorazione. Sistemi di alimentazione. Meccanica delle apparecchiature di alimentazione ed orientamento. Sistemi passivi ed attivi di assemblaggio. La sensorizzazione dei sistemi di assemblaggio. Robot di montaggio. Robot di manipolazione. Robot per saldatura a punti e continua. Robot di verniciatura. Robot speciali: autolocomotori, per protezione civile ed applicazioni mediche, per applicazioni spaziali, minerarie, oceaniche, nucleari. Elementi di valutazione economica sull'impiego dei robot.

## TESTI CONSIGLIATI

Vukobratovic - Portkonjak, *Dynamics of Manipulation Robots*, Springer-Verlag, 1982.

Vukobratovic - Stokic, *Control of Manipulation Robots*, Springer-Verlag, 1982.

R. Paul, *Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control*, MIT, 1981.

## IN269 MECCANICA DELL'AUTOVEICOLO

Prof. Giancarlo GENTA

DIP. di Meccanica

IV ANNO  
2° PERIODO DIDATTICO  
INDIRIZZO: Automobilistico

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	56	54	4
Settimanale (ore)	4	4	—

*Dopo lo studio delle forze che il veicolo scambia con l'esterno viene sviluppato il calcolo delle prestazioni nel moto rettilineo (velocità, accelerazione, consumi, frenatura ecc.) ed in curva. Viene infine affrontato lo studio del comportamento dinamico del veicolo, in particolare per quanto riguarda il comfort di marcia e la sicurezza. Il corso si articola in quattro ore di lezione e quattro di esercitazione (in aula o in laboratorio) alla settimana.*

*Nozioni propedeutiche: Meccanica razionale, Meccanica applicata alle macchine. Si consiglia inoltre lo studente di frequentare Costruzioni automobilistiche.*

## PROGRAMMA

Forze scambiate tra veicolo e strada: caratteristiche dei pneumatici; forze scambiate in direzione longitudinale e trasversale; resistenza di rotolamento; comportamento dinamico del pneumatico.

Aerodinamica del veicolo: cenni di aerodinamica e nozioni di base; resistenza e portanza aerodinamica; altre forze e momenti aerodinamici.

Prestazioni del veicolo nel moto rettilineo: calcolo delle prestazioni del veicolo (velocità, accelerazione); adattamento del motore al veicolo; consumi; frenatura. Moti curvi del veicolo: sterzata cinematica; sterzata dinamica; stabilità direzionale.

Comportamento dinamico delle sospensioni.

## ESERCITAZIONI

Calcolo delle prestazioni di un autoveicolo. Frenatura. Comportamento direzionale.

## LABORATORI

Rilevamento delle caratteristiche di un pneumatico.

## TESTI CONSIGLIATI

G. Genta, *Meccanica dell'autoveicolo*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1982.

A. Morelli, *Costruzioni automobilistiche*, estratto da l'Enciclopedia dell'Ingegneria, Isedi, Milano, 1972.

## IN273 MECCANICA DELLE VIBRAZIONI

Prof. Bruno PIOMBO

DIP. di Meccanica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automobilistico -  
Ferroviario -  
Strutturistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

84

6

Es.

40

4

Lab.

16

—

*Il corso si propone di utilizzare i metodi di studio dei sistemi lineari e non lineari, con applicazioni di carattere reale sulle macchine e sui sistemi meccanici in generale. Il corso comprenderà lezioni ed esercitazioni in aula integrate da alcune esercitazioni di laboratorio.*

## PROGRAMMA

Richiami sui sistemi lineari, non lineari ed a parametri distribuiti. La stabilità dei sistemi lineari: criterio di Routh, metodo del luogo delle radici, metodo di Nyquist. Smorzatori dinamici di vibrazioni; isolamento delle vibrazioni. Sistemi a massa variabile, sistemi a campionamento, sistemi adattativi. Dinamica delle macchine e delle strutture: comportamenti ed anomalie (diagnostica); funzioni di trasferimento e funzioni di coerenza per strutture complesse; equilibrio dei sistemi rotanti. Vibrazioni in sistemi stradali, ferroviari, navali ed aeronautici. Vibrazioni in sistemi fluidi, interazione con parti rigide. Vibrazioni di strutture indotte da onde sismiche. Effetti delle vibrazioni sull'uomo.

## ESERCITAZIONI

Vengono assegnati problemi pratici collegati con gli argomenti trattati nel corso.

## LABORATORI

Qualche esempio pratico di sistema vibrante, con misure sperimentali.

## TESTI CONSIGLIATI

G. Jacazio - B. Piombo, *Meccanica applicata alle macchine*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1978.

G. Jacazio - B. Piombo, *Esercizi di Meccanica applicata alle macchine*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.

J.P. Den Hartog, *Mechanical Vibration*, McGraw Hill, N.Y., 1956.

W.T. Thomson, *Vibrazioni meccaniche: teoria ed applicazioni*, Tamburini, 1974.

## TESTI CONSIGLIATI

Vibrazioni - Perceval, *Dynamic of Manipulation Robots*, Springer-Verlag, 1981.

Vigabatoni - Sisto, *Control of Manipulator Robots*, Springer-Verlag, 1981.

R. Fiesl, *Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control*, MIT, 1981.

## IN280 MECCANICA RAZIONALE

Prof. Eugenia MARCANTE LONGO

DIP. di Matematica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. MECCANICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

84

6

Es.

50

4

Lab.

—

—

*Il corso ha come finalità l'acquisizione dei fondamenti della Meccanica e dei relativi metodi matematici di studio. Viene trattata la Meccanica del corpo rigido e dei sistemi articolati. Vengono esposti i principi fondamentali della Meccanica Newtoniana, Lagrangiana ed Hamiltoniana, nonché i loro sviluppi analitici ed applicativi con particolare attenzione ai problemi che interessano l'Ingegneria.*

*Il corso consta di lezioni ed esercitazioni in aula.*

*Nozioni propedeutiche: gli argomenti dei corsi di Analisi matematica, Geometria I e Fisica I.*

## PROGRAMMA

*Cinematica:* Cinematica del punto. Sistemi rigidi: moti rigidi piani, leggi di distribuzione delle velocità e accelerazioni, moti composti, polari, profili coniugati, sistemi articolati. Vincoli e gradi di libertà. Estensione allo spazio degli argomenti suddetti (cenni). Angoli di Eulero. *Statica:* Vettori applicati e momenti. Riduzione di sistemi di vettori applicati. Baricentri, momenti statici, d'inerzia e centrifughi e loro proprietà. Concetto di equilibrio, equazioni cardinali. Reazioni vincolari in assenza di attrito. Principio dei lavori virtuali. Forze conservative. Stabilità. Statica dei fili. Statica con attrito. Equilibrio relativo.

*Dinamica:* Principio di D'Alembert, riduzione delle forze d'inerzia. Teoremi della quantità di moto e del momento delle quantità di moto. Teorema dell'energia cinetica, equazioni di Lagrange. Integrali primi. Applicazioni. Solido con asse fisso; solido con punto fisso. Giroscopi. Vibrazioni libere e forzate di sistemi con un grado di libertà. Vibrazioni libere di sistemi con più gradi di libertà, frequenze proprie e modi di vibrazione. Dinamica impulsiva. Dinamica relativa.

## ESERCITAZIONI

Vengono proposti agli allievi, e quindi risolti analiticamente, graficamente e numericamente, problemi di carattere applicativo attinenti agli argomenti del corso.

## TESTI CONSIGLIATI

Nocilla, *Meccanica razionale*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1981.

Ostanello - Mejnardi, *Esercizi di Meccanica razionale I e II*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1979.

Levi Civita - Amaldi, *Lezioni di Meccanica razionale*, Zanichelli, 1974.

Timoshenko - Young, *Meccanica applicata*, Einaudi, 1957.

## IN535 MECCANICA SUPERIORE PER INGEGNERI

Prof. Silvio NOCILLA

DIP. di Matematica

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automobilistico -

Ferroviario - Strutturistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es.

50 40

4 4

Lab.

—

—

*Il corso si propone di contribuire ad una solida formazione culturale nel campo della meccanica teorica, da applicarsi a problemi attuali di ingegneria. Ecco comprenderà lezioni, esercitazioni, temi di studio affidati agli studenti.*

*Nozioni propedeutiche: Analisi I e II, Fisica I, Meccanica razionale.*

## PROGRAMMA

*Richiami sulle vibrazioni libere e forzate di sistemi lineari con più gradi di libertà e con vari tipi di eccitazione.*

*Vibrazioni casuali:* variabili aleatorie, densità di probabilità, momenti, varianza. Sistemi ergodici, funzioni di correlazione, densità spettrale di potenza. Risposta di sistemi dinamici e strutture a sollecitazioni casuali; applicazioni.

*Sistemi continui:* corde vibranti, propagazione ondosa, problemi di valori al contorno, applicazioni. Vibrazioni delle travi: longitudinali, torsionali, flessionali. Vibrazioni di membrane e piastre. Sistemi non lineari con un grado di libertà, e cenni al caso di più gradi di libertà: oscillazioni del pendolo in generale; sistemi con rigidità variabile, con giochi, con arresti. Vari tipi di resistenze non lineari: di Coulomb, turbolento, strutturale, con isteresi. Studio delle vibrazioni libere, smorzate, forzate, equazione di Duffing; curve di risposta in ampiezza e fase. Procedimenti generali sul piano delle fasi, vari tipi di singolarità, cicli limite, equazione di Van der Pol. Sistemi con caratteristiche variabili; equazioni di Hille di Mathieu, diagrammi di stabilità. Applicazioni varie.

*Introduzione alla meccanica analitica:* sistemi hamiltoniani, equazioni di Hailton-Jacobi, trasformazioni canoniche.

Applicazioni: moti centrali, moto dei pianeti attorno al sole, satelliti artificiali, giroscopi.

## ESERCITAZIONI

Vengono assegnati problemi specifici collegati con gli argomenti del corso, sui quali gli studenti poi riferiscono e presentano elaborati.

## TESTI CONSIGLIATI

S. Nocilla - G. Baracco - M. Bertolini, *Appunti di Meccanica delle vibrazioni*, Celid, Torino, 1978.

W. Thomson, *Vibrazioni meccaniche*, Tamburini, Milano, 1974.

J.P. Den Hartog, *Mechanical vibrations*, McGraw Hill Book Company, New York, 1956.

P. Hagedor, *Non linear oscillations*, Clarendon Press Oxford, 1961.

S. Crandal - W. Mark, *Random vibration in mechanical systems*, Academic Press, New York and London, 1963.

R. Riganti - G. Rizzi, *Elementi di Meccanica analitica*, Celid, Torino, 1979.

## IN284 METALLURGIA FISICA

Prof. Pietro APPENDINO

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria  
Chimica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Metallurgico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

70

5

Es.

26

2

Lab.

4

—

*Si tratta di una disciplina, didatticamente autonoma, propedeutica fondamentale per gli indirizzi Metallurgico e di Ingegneria dei Materiali del corso di laurea in Ingegneria Chimica e dell'indirizzo metallurgico del corso di laurea in Ingegneria Meccanica. Tratta di struttura, proprietà, comportamento fisico-meccanico dei metalli, argomenti appena sfiorati nei due corsi paralleli a carattere tecnologico e strettamente applicativo di Tecnologia dei materiali metallici (Ingegneria Meccanica) e di Metallurgia e Metallografia (Ingegneria Chimica).*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, laboratori.*

*Sono necessarie le nozioni propedeutiche impartite nel corso di Chimica applicata.*

## PROGRAMMA

Struttura cristallina dei metalli; principali tipi di reticolo cristallino; natura del legame metallico. Difetti nei metalli: vacanze, dislocazioni, bordi di grano, difetti di impilamento. Leghe metalliche; soluzioni solide sostituzionali e interstiziali; fasi di Hume-Rothery e di Laves; soluzioni solide ordinate. Richiami di termodinamica delle leghe metalliche e diagrammi di stato binari. Solidificazione dei metalli; fenomeni di nucleazione e crescita; solidificazione dendritica; fenomeni di segregazione; omogeneizzazione. Ricottura dei materiali metallici deformati a freddo: recovery, ricristallizzazione, crescita dei grani, ricristallizzazione secondaria. Fenomeni di indurimento per precipitazione: solubilizzazione, invecchiamento, nucleazione e crescita dei precipitati. Diffusione nelle soluzioni solide sostituzionali; prima e seconda legge di Fick; prima e seconda legge di Darken; determinazione dei coefficienti di diffusione; autodiffusione nei metalli puri; diffusione interstiziale. Deformazione con geminazione; nucleazione e crescita dei geminati. Trasformazioni martensitiche; influenza delle sollecitazioni meccaniche sulla stabilità della martensite; trasformazioni bainitiche e perlitiche. Frattura: nucleazione e propagazione della frattura; frattura intercristallina e transcristallina; resistenza all'impatto; frattura duttile; fragilità e rinvenimento; rotture a fatica. Deformazioni plastiche e temperature elevate per scorrimento sotto carichi costanti.

## ESERCITAZIONI

Calcoli roentgenografici: scelta dell'anticatodo; calcolo delle costanti reticolari; indicizzazione di un diffrattogramma; calcolo dei coefficienti di diffusione; calcoli sulla nucleazione e crescita dei precipitati nelle leghe metalliche.

## LABORATORI

Partecipazione a misure diffrattometriche su apparecchiature a goniometro verticale e orizzontale. Osservazioni al microscopio elettronico a scansione.

## TESTI CONSIGLIATI

R.E. Reed, *Physical Metallurgy Principles*, D. Van Nostrand Company, New York, 1977.  
P. Brozzo, *Struttura e proprietà meccaniche dei materiali metallici*, E.C.I.G., Genova, 1979.

## IN291 METROLOGIA GENERALE E MISURE MECCANICHE

Prof. Anthos BRAY

IST. di Tecnologia Meccanica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Metrologico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es.

56 20

4 2

Lab.

30

3

*Finalità: fornire le conoscenze sul corretto impiego dei metodi per il collaudo delle strutture e per la determinazione delle proprietà meccaniche dei materiali. Temi: fondamenti generali della metrologia e delle misure meccaniche con particolare riguardo ai metodi di analisi delle sollecitazioni.*

*Il corso comprenderà lezioni, laboratori ed esercitazioni.*

*Nozioni propedeutiche: sono nozioni propedeutiche Scienza delle costruzioni, Meccanica applicata ed Elettrotecnica generale.*

### PROGRAMMA

Principi di metrologia generale.

La metrologia e gli enti metrologici.

I sistemi di unità di misura.

Trasduzione e strumenti di misura.

Scelta e qualità metrologiche di un apparecchio di misura.

Note di statistica. Rappresentazione ed analisi dei risultati.

Analisi delle sollecitazioni.

La misura della forza. I dinamometri.

Le macchine di prova dei materiali.

La misura della deformazione. Estensimetri meccanici, ottici, pneumatici, acustici.

Gli estensimetri elettrici e agli «strain gages».

La misura della deformazione nel piano e nello spazio. Le rosette estensimetriche.

La fotoelasticità.

Il Moiré.

L'interferometria olografica.

I rivestimenti fragili.

### ESERCITAZIONI

Analisi statistiche dei risultati. Esami delle relazioni tecniche.

### LABORATORI

10 esercitazioni svolte in laboratorio con presentazione di relazione.

### TESTI CONSIGLIATI

A. Bray - V. Vicentini, *Meccanica sperimentale*, Ed. Levrotto & Bella, 1975, Torino.

A. Bray, *Estensimetri elettrici a resistenza*, Ed. C.N.R., 1965, Roma.

## IN303 MISURE TERMICHE E REGOLAZIONI

Prof. Luigi CROVINI

DIP. di Energetica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

 INDIRIZZO: Termotecnico -  
 Metallurgico -  
 Metrologico -  
 Bioingegneria

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

65

25

20

4

2

2

*Il corso è volto all'approfondimento dei principi e dei metodi della misura delle grandezze termiche e della regolazione di impianti e processi termici. Lo scopo principale è indirizzare verso la progettazione di sistemi di misura e controllo che soddisfino condizioni stabilite di precisione e affidabilità. Temi fondamentali sono: la teoria dei trasduttori sia in regime statico, sia in quello dinamico; i componenti elettrici ed elettronici per misure e regolazioni in impianti termici; le misure termiche; la regolazione di processi sia con metodi analogici, sia con metodi numerici.*

*Il corso è articolato in lezioni, esercitazioni e laboratori.*

*Si ritengono propedeutiche conoscenze di Fisica, Fisica tecnica ed Elettrotecnica.*

### PROGRAMMA

Caratteristiche dei trasduttori termici: classificazione; caratteristica statica; sistemi di trasduttori e sistemi ad anello chiuso (reazione negativa); errori accidentali e sistematici.

Comportamento dinamico: in funzione del tempo e della frequenza; impiego della trasformata di Laplace; funzione di trasferimento.

Misure su trasduttori termici ad uscita elettrica: segnali d'uscita e loro trasmissione; amplificatori operazionali e differenziali per strumentazione; conversione analogico/digitale e digitale/analogico; voltmetro digitale; cenni ai sistemi di acquisizione automatica dei dati; potenziometro e potenziometro automatico; ponti per misure di resistenze.

Fondamenti delle misure termiche: temperatura termodinamica; scale di temperatura; termometri campione e punti fissi; campioni di pressione e trasduttori di precisione; principi della termoelettricità e termocoppie; termoresistenze.

Misure sulla radiazione termica: pirometria ottica, termometria a radiazione nell'infrarosso, radiometria, proprietà ottiche delle superficie emettenti.

Misure di flusso termico, conduttanza e conducibilità termica.

Igonometria.

Regolazioni termiche criteri di analisi dei processi e rappresentazione a blocchi; esempi con processi termici.

Metodi analogici di regolazione della temperatura, della portata, della pressione e del livello; criteri di stabilità e ottimizzazione.

Gli organi di controllo: valvole; servomotori elettrici; unità di controllo della potenza elettrica, diodi controllati, MOSFET di potenza.

Introduzione ai metodi numerici di regolazione dei processi: descrizione del processo mediante equazioni per differenze; sistemi di regolazione mediante calcolatore; schemi a blocchi; campionamento dei segnali; programmi di regolazione.

### ESERCITAZIONI

Analisi statistica dei risultati con l'impiego dell'elaboratore elettronico; presentazione dei laboratori; normativa per la grafica degli impianti di regolazione termica.

## LABORATORI

Misure con termocoppie e termoresistenze; pirometria ottica; misure di alte pressioni; igrometria; analisi statistica dei dati col calcolatore; regolazione di temperatura col calcolatore.

## TESTI CONSIGLIATI

E. Doebelin, *Measurement Systems*, McGraw Hill.

G. Zorzini, *Principi di regolazione automatica*, Cleup.

## IN309 MOTORI TERMICI PER TRAZIONE

Prof. Carlo Vincenzo FERRARO

DIP. di Energetica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automobilistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

78

6

Es.

40

4

Lab.

6

—

*Scopo del corso è lo studio dei diversi tipi di motori termici adatti alla trazione. Le nozioni già acquisite al riguardo nei precedenti corsi di Macchine vengono approfondite e completate con nozioni più specifiche. Il corso comprende una parte descrittiva, dedicata all'analisi della costituzione di particolari motori o di loro particolari apparati, ed una parte a carattere formativo dedicata allo studio sia di problemi caratteristici dei motori termici per trazione, sia delle nozioni di base per la loro progettazione dal punto di vista termodinamico.*

*Il corso comprende lezioni, esercitazioni numeriche e grafiche ed esercitazioni di laboratorio.*

*Nozioni propedeutiche: sono propedeutiche le nozioni acquisite in Macchine I e Macchine II oppure in Macchine I, corso unico per meccanici.*

## PROGRAMMA

Richiami di termodinamica, termochimica e fluidodinamica applicate ai motori termici per trazione.

Studio dei diversi tipi di motori adatti alla trazione: prestazioni, con particolare riferimento ai consumi di energia, alle emissioni di inquinanti, alla prontezza di risposta ed alla stabilità della caratteristica meccanica; criteri di massima per la progettazione dal punto di vista termodinamico; prospettive future.

Argomenti specifici:

- 1) Motori alternativi a combustione interna: criteri di scelta della geometria dell'albero motore; apparati di alimentazione, distribuzione e regolazione; combustione normale ed anomalie di combustione; emissioni di inquinanti e dispositivi anti-inquinamento; dispositivi di scarico, apparati ausiliari; particolarità costruttive e funzionali del motore a due tempi a carter-pompa.
- 2) Motori rotativi a combustione interna: relazioni cinematiche e particolarità del funzionamento; problemi di alimentazione e combustione.
- 3) Turbomotori a combustione interna: schemi adatti alla trazione terrestre, problemi di frenatura, di raffreddamento delle palette, di limitazioni sulla potenza.
- 4) Cenni su motori alternativi a combustione ed esterna, turbomotori a combustione esterna, motori ibridi.

## ESERCITAZIONI

Progetto di massima distribuzione e contrappesamento di un motore alternativo a combustione interna; caratteristica meccanica e caratteristica di regolazione di un turbomotore.

## LABORATORI

Rilevamento delle prestazioni di motori a combustione interna, valutazione delle caratteristiche indetonanti dei carburanti.

## TESTI CONSIGLIATI

A. Capetti, *Motori termici*, Utet, Torino.

A. Capetti, *Esercizi sulle macchine termiche*, Ed. Giorgio, Torino.

Per argomenti particolari saranno indicati testi da consultazione.

## IN311 OLEODINAMICA E PNEUMATICA

Prof. Nicola NERVEGNA

DIP. di Energetica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Tecnologico - Automazione

Bioingegneria -

Ferroviario -

Costruzioni meccaniche

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

78

6

Es.

44

4

Lab.

8

—

*Il corso si propone di fornire agli allievi le nozioni di base necessarie per l'utilizzazione, la scelta e la progettazione di sistemi oleodinamici e pneumatici di potenza e regolazione applicati a veicoli, impianti industriali, macchine utensili, ecc.. Partendo da una impostazione funzionale dell'analisi dei sistemi, si giunge alla descrizione dei singoli componenti.*

*Il corso si articola in lezioni, esercitazioni e, nei limiti delle disponibilità, in laboratori e seminari di esperti dell'industria.*

*Nozioni propedeutiche: Macchine I.*

## PROGRAMMA

Parte 1<sup>a</sup> - Analisi funzionale dei sistemi oleodinamici. Introduzione alla simbologia unificata ISO. Gruppi di alimentazione a portata fissa e variabile. Collegamenti semplici e multipli di motori e martinetti. Sistemi a retroazione e servosistemi.

Parte 2<sup>a</sup> - Fluidi e componenti collegati. Tipi di fluidi e loro caratteristiche fisiche e chimiche. Conduttori del fluido e raccorderia. Tenute e guarnizioni. Analisi termica.

Parte 3<sup>a</sup> - Distributori e valvole. Distributori a posizionamento discreto e continuo. Valvole di controllo della pressione e della portata. Caratteristiche stazionarie e dinamiche.

Parte 4<sup>a</sup> - Organi operatori e motori. Pompe a ingranaggi, palette e stantuffi. Accumulatori. Motori per alte e basse velocità. Martinetti lineari e rotativi.

Parte 5<sup>a</sup> - Analisi funzionale dei sistemi pneumatici. Gruppi di alimentazione e condizionamento. Gruppi di utilizzazione con martinetti e motori. Cenni sui circuiti logici.

Parte 4<sup>a</sup> - Componenti pneumatici. Distributori. Valvole di pressione e portata. Ciclo di lavoro e prestazioni dei motori. Prestazioni stazionarie e dinamiche dei martinetti.

## ESERCITAZIONI

Comprensione di circuiti appositamente predisposti. Calcolo di sistemi elementari. Studio di realizzazioni costruttive di componenti.

## LABORATORI

Contatto diretto con componenti e sistemi reali per mezzo di un banco didattico e di ricerca.

## TESTI CONSIGLIATI

H. Speich - A. Bucciarelli, *L'oleodinamica*, IV Ed., Tecniche Nuove.

G. Rigamonti, *Oleodinamica e pneumatica*, Hoepli.

**IN546 PROGETTO DELLE CARROZZERIE**

Prof. Alberto MORELLI

DIP. di Energetica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automobilistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

56

4

Es.

28

2

Lab.

4

—

*Scopo del corso è fornire gli elementi essenziali alla progettazione della carrozzeria d'automobile. Non sono trattati temi inerenti allo stile. Sono trattati solo con cenni alcuni problemi della realizzazione tecnologica.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, visite di istruzione.*

*Nozioni propedeutiche: Meccanica razionale ed applicazione, Costruzione di macchine, Disegno meccanico, si consiglia lo studente di frequentare Costruzioni automobilistiche e Meccanica dell'autoveicolo.*

**PROGRAMMA**

Definizioni di autoveicolo: automobili, veicoli commerciali e industriali.

Configurazioni «meccaniche» degli autoveicoli. influenza delle configurazioni meccaniche sulla forma e sulla struttura delle carrozzerie.

Studi e analisi preliminari effettuati dal Marketing e dalla Programmazione prodotto.

Elementi caratterizzanti l'impostazione della progettazione della carrozzeria. Diverse fasi della progettazione e della sperimentazione della vettura. Resistenza aerodinamica del veicolo.

Effetti aerodinamici sul comportamento direzionale. Corpi di base. Modifiche necessarie ai corpi di base ed elementi aggiuntivi. La resistenza per «troncatura». Sistema di raffreddamento del motore e di ventilazione dell'abitacolo. Sicurezza attiva, comandi della vettura, sbrinamento, disappannamento, aree deterse del parabrezza, campi di visione degli occupanti.

Dispositivi di segnalazione e illuminazione ecc.. Sicurezza passiva, sporgenze presenti sia all'interno sia all'esterno del veicolo. Sistemi di ritenuta, collassabilità dello sterzo, paraurti, strutture di protezione dei passeggeri, prevenzione, incendio. Struttura con telaio separabile e integrato con la scocca. Struttura portante.

Caratteristiche meccaniche delle lamiere. Caratteristiche di elementi scatolati. Collassi statici e dinamici. Cenni sull'evoluzione di mezzi di calcolo strutturale.

Rumorosità dell'abitacolo. Mezzi di calcolo bidimensionali e tridimensionali. Schematizzazione del corpo umano. Manichini bidimensionali e tridimensionali. Punto H. Elissoidi di visibilità. Accessibilità dei comandi.

**ESERCITAZIONI**

Disegno schematico di una scocca. Disegno di particolari costruttivi. Schema di abitabilità di un autoveicolo.

**LABORATORI**

Visita di un laboratorio per prova di scocche a fatica. Visita ad una galleria del vento.

**TESTI CONSIGLIATI**

J. Fenton, *Vehicle body layout and analysis*, Edizione MEP, Londra, 1980.

## IN552 REGOLAZIONI AUTOMATICHE

Prof. Agostino VILLA

DIP. di Automatica e informatica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Tecnologico -  
Metrologico -  
Automazione

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	110	—	—
Settimanale (ore)	8	—	—

*L'insegnamento si propone di introdurre lo studente all'analisi ed al progetto dei sistemi di controllo di impianti industriali continui, quali impianti siderurgici e metallurgici e linee di produzione.*

*Nel corso, data l'impostazione del programma, le ore di lezione e di esercitazione non sono distinte.*

*Sono da considerarsi propedeutiche i corsi di Analisi matematica, Meccanica applicata, Elettrotecnica (eventualmente applicazioni industriali dell'elettrotecnica).*

## PROGRAMMA

L'insegnamento si articola nei seguenti punti:

- 1) Analisi di sistemi dinamici: rappresentazione di sistemi dinamici mediante modelli matematici, concetto di stato, equazioni di stato e funzione di trasferimento; simulazione dei modelli dinamici mediante elaboratori numerici; studio delle caratteristiche dei sistemi dinamici ai fini del controllo delle loro prestazioni: stabilità, controllabilità, osservabilità.
- 2) Metodi per il progetto di sistemi di controllo: metodi classici in frequenza: diagrammi di Bode e di Nyquist, luogo delle radici; metodi moderni: posizionamento dei poli mediante regolatore proporzionale ed osservatore degli stati.
- 3) Esempi di analisi e di progetto. L'esposizione dei metodi di analisi e di progetto viene sviluppata mediante l'applicazione ad impianti industriali quali controllo di macchine utensili, di un banco-prova per motori di autoveicoli, di un processo di laminazione.

## TESTI CONSIGLIATI

K. Ogata, *Modern control engineering*, Prentice Hall, 1970.

A. Villa, *Comandi e regolazioni*, Celid, 1977.

## IN355 RICERCA OPERATIVA

Prof. Anna Maria OSTANELLO

DIP. di Automatica e Informatica

III-IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Trasporti -

Economico organizzativo -

Tecnologico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

80

6

Es.

42

4

Lab.

—

—

*Il corso intende introdurre alla complessità dei processi reali di decisione nell'ambito di una rappresentazione del processo che individua variabili, quali: contesto organizzativo, attori e loro relazioni, azioni e obiettivi, dati e informazione, vengono analizzate possibilità e margini di intervento del tecnico della R.O. attraverso la discussione di casi reali. Si affronta il problema della modellizzazione formale e delle sue fasi, si analizzano i concetti di: problematica, percezione di azioni possibili, loro rappresentazione e valutazione, modellizzazione delle preferenze. Si propongono metodi di soluzione, di modelli con diversi livelli di formalizzazione, adatti a diverse problematiche; scelta ottimale, cernita con o senza profili di riferimento, classificazione.*

*Le lezioni sono strettamente integrate con le esercitazioni. Sono proposti seminari per gruppi di studenti interessati e conferenze di esperti-tecnici da ambienti aziendali e accademici.*

*Nozioni propedeutiche: Corsi del biennio.*

## PROGRAMMA

Introduzione ai processi di decisione e modelli.

Analisi multicriteri e metodi di aiuto alla decisione: relazioni di surclassamento (definito e Fuzzy); metodi electre I, II, III; metodi di segmentazione tricotomica; metodo delle permutazioni; teoria del «punto di mira»; metodi UTA.

Programmazione lineare e estensioni: metodi del simplesso, simplesso revisionato, simplesso duale; teoria della dualità; analisi post-ottimale; analisi parametrica.

Problemi a struttura speciale: metodo del trasporto.

Programmazione intera: metodi dei piani secanti (Gomory); branch and bound; additivo di Balas.

Programmazione multi obiettivi: M.O.S.M. di Zeleny; metodi interattivi.

Elementi di programmazione non lineare.

Grafi e reticoli di trasporto: algoritmi di percorsi ottimali; flussi ottimi e tensioni; dualità; metodo del cammini critico. Analisi tempi e costi.

## ESERCITAZIONI

Complementi teorici (parte prima). Discussione di problemi reali. Costruzione di modelli. Risoluzione di esercizi numerici. Sono proposti seminari per gruppi di studenti interessati.

## TESTI CONSIGLIATI

A. Ostanello, *Processi decisionali e modelli*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1981.

A. Ostanello, *Elementi di analisi multicriteri e teoria di aiuto alla decisione*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1977.

A. Ostanello, *Appunti al corso di Ricerca operativa*, Celid, 1983.

L. Ermini, *Programmazione lineare*, Ed. Isedi, 1972.

A. Siciliano (Ed.), *Ricerca operativa*, Ed. Zanichelli, 1975.

F. Hillier - G. Lieberman, *Introduzione alla R.O.*, Franco Angeli Editore, 1973.

## IN362 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Prof. Angiola Maria SASSI-PERINO

DIP. di Ingegneria Strutturale

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	78	78	8
Settimanale (ore)	6	6	—

*Il corso di Scienza delle costruzioni, propedeutico ad altri nei quali si studia la progettazione e realizzazione delle strutture, pone una base per lo studio del corpo deformabile. Imposta il problema del corpo elastico e presenta la soluzione particolare data dalla teoria di De Saint Venent. Vengono studiate soltanto strutture unidimensionali (travi e sistemi di travi). Si accenna infine al fenomeno dell'instabilità elastica con trattazione della teoria di Eulero.*

*Il corso comprende lezioni, esercitazioni di calcolo teorico in aula, esercitazioni sperimentali in laboratorio.*

*Nozioni propedeutiche: Statica nel piano e nello spazio, Geometria delle aree, comuni nozioni di Analisi matematica.*

## PROGRAMMA

Analisi dello stato di deformazione e dello stato di tensione. Equazioni di congruenza, equazioni di equilibrio, cerchi di Mohr.

Equazione dei lavori virtuali.

Il corpo elastico: proprietà e limiti di resistenza. La legge di Hooke.

Il problema di De Saint Venant: casi semplici e sollecitazioni composte.

Principio di De Saint Venant, teoria delle travi.

Travature piane caricate nel loro piano e caricate trasversalmente.

Travature spaziali.

Calcolo degli sforzi e delle deformazioni in schemi isostatici ed in schemi iperstatici.

Fenomeni di instabilità elastica. Caso dell'asta caricata di punta: teoria di Eulero e suoi limiti di validità.

## ESERCITAZIONI

Consistono in applicazioni della teoria svolta a lezione. Gli allievi, in gruppi di non più di cinque, guidati dai docenti, risolvono problemi concreti ed eseguono elaborati.

## LABORATORI

Misure delle costanti elastiche di materiali isotropi.

Misure di deformazioni e confronto con i risultati del calcolo.

## TESTI CONSIGLIATI

P. Cicala, *Scienza delle costruzioni*, vol. 1 e 2, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1978.

A. Sassi - P. Bocca - G. Faraggiana, *Esercitazioni di Scienza delle costruzioni*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1977.

## IN363 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI II

Prof. Franco ALGOSTINO

DIP. di Ingegneria Strutturale

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Strutturistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

6

4

—

*Scopo del corso è lo sviluppo di questi argomenti della materia che, pur essenziali, non possono trovar posto nel corso del III anno.*

*Nozioni propedeutiche: Scienza delle costruzioni, buona conoscenza dell'Analisi matematica, nozioni di Calcolo numerico e programmazione.*

## PROGRAMMA

*Completamenti sul calcolo delle travi.* La funzione di torsione, ingobbamento delle sezioni nella torsione, torsione e taglio per la sezione sottile aperta, sezioni cave, con diaframmi longitudinali, travi a grandi curvature e torsioni iniziali.

*Travi e verghe elastiche.* Caratteri distintivi asintotici delle travi e delle verghe. Teoria non lineare delle verghe e delle travi. Equilibrio e deformazioni dei flessibili.

*Travature.* La trave su appoggio elastico. Telai piani e spaziali, risoluzione mediante configurazioni congruenti o con elementi ibridi.

*Questioni di stabilità per le travi.* Fenomeni di scatto, diramazione dei percorsi di equilibrio. Instabilità flessor-torsionale per travi diritte o curve sollecitate a compressione o a flessione. Instabilità torsione delle verghe. Instabilità oltre i limiti elastici.

*Teoria lineare della parete sottile.* Coordinate generali su una superficie, proprietà generali di geometria, analisi della deformazione e della tensione. Il guscio elastico isotropo.

*Teoria bidimensionale dei gusci.* Componenti di spostamento, di deformazione e di tensione negli sviluppi in polinomi ortogonali. Comportamento asintotico del sistema differenziale. Classi e tipi di soluzioni, approssimazioni successive.

*Classi essenziali di soluzioni.* Soluzioni membranali e inestensionali. Soluzioni di orlo. Caso speciale del guscio di rivoluzione. Guscio sferico. Soluzioni particolari del guscio cilindrico. Combinazione di soluzioni in base alle condizioni al contorno.

*La parete piana.* Stati estensionali e stati flessionali nella parete piana. Soluzioni analitiche. Soluzioni numeriche, per elementi finiti.

*Teoria lineare del guscio piatto.* Equazioni fondamentali e soluzioni analitiche e numeriche nei riferimenti cartesiano e polare.

*Teoria non lineare del guscio piatto.* Membrane sottili in tensione uniforme. Instabilità per compressione o taglio. Carichi critici delle piastre piane o curve nelle diverse condizioni al contorno.

## ESERCITAZIONI

Esercitazioni numeriche su calcolatore.

## TESTI CONSIGLIATI

Saranno concordati con il docente all'inizio del corso.

## IN365 SIDERURGIA

Prof. Aurelio BURDESE

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria  
Chimica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Metallurgico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

70

5

Es.

15

1

Lab.

—

—

*Il corso ha lo scopo di affinare la preparazione dell'ingegnere in campo metallurgico, fornendo conoscenze specialistiche sulle leghe ferrose con particolare riferimento ai processi ed impianti siderurgici, senza però trascurare un più approfondito studio delle proprietà strutturali, meccaniche e chimiche dei prodotti siderurgici e delle loro caratteristiche di impiego. Per una buona preparazione nel campo specifico occorrono buone nozioni di base sulla metallurgia generale, la tecnologia dei materiali metallici (trattamenti termici e meccanici), e dei materiali refrattari, la teoria e la pratica dei fenomeni di combustione e di trasmissione del calore.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, integrate da esami di schemi costruttivi di impianti ed apparecchiature specifiche con visite a stabilimenti siderurgici.*

*Nozioni propedeutiche: Chimica fisica, Chimica applicata, Metallurgia e metallografia, Tecnologia dei materiali metallici, Fisica tecnica.*

## PROGRAMMA

*Chimica fisica dei processi siderurgici.* Equilibri omogenei ed eterogenei in sistemi di interesse siderurgico. Bagni metallici. Equilibri metallo-scoria. Equilibri di riduzione degli ossidi. Termodinamica dei processi siderurgici.

*Teoria e pratica dei processi di riduzione.* Riducibilità degli ossidi. Sistemi costituiti da ossidi in progressiva riduzione. Equilibri di riduzione degli ossidi di ferro con riferimento all'effetto di ossidi estranei, in particolare dei componenti delle scorie siderurgiche. Riducenti. Riduzioni dirette e indirette. Combustibili. Preriscaldamento e ricupero di calore. Classificazione e controllo di forni siderurgici.

*Ghisa.* Preparazione del minerale. Altoforno ed impianti ausiliari. Altoforno elettrico e forni per ferroleghie. Seconda fusione. Inoculazione e colata. Sferoidizzazione e malleabilizzazione. Ghise legate. Caratteristiche di impiego delle ghise.

*Acciaio.* Processi di preaffinazione ed affinazione. Disossidazione e colata. Fabbricazione di acciai speciali. lavorazioni ed utilizzazione dell'acciaio. Trattamenti termici e caratteristiche strutturali e di impiego degli acciai. Comportamento in opera.

## ESERCITAZIONI

Esame di schemi costruttivi e dimensionamento di apparecchiature ed impianti siderurgici.

## TESTI CONSIGLIATI

A. Burdese, *Metallurgia*, Utet, Torino.

W. Nicodemi - R. Zoijs, *Processi e impianti siderurgici*, Tamburini, Milano.

G. Violi, *Processi siderurgici*, Etas Kompass, Milano.

Vedasi i testi consigliati per i corsi di «Metallurgia e Metallografia» e di «Tecnologia dei materiali metallici».

**IN558 SISTEMI ELETTRICI ED ELETTRONICI DELL'AUTOVEICOLO**

Prof. Ettore PANIZZA

Scuola Spec. Motorizzazione

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automobilistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab.

70 14 —

6 — —

*Il corso è destinato agli allievi meccanici dell'indirizzo automobilistico affinché possano conoscere le attuali applicazioni elettriche ed elettroniche nel campo degli autoveicoli stradali. Sono trattati il funzionamento e le particolarità costruttive dei recenti impianti elettrici, nonché gli impianti elettronici di controllo e quelli informativi e di sicurezza.*

*Il corso si svolge mediante lezioni ed alcune esercitazioni.*

*Nozioni propedeutiche: si considerano propedeutici i corsi di Elettrotecnica e di Elementi di elettronica.*

**PROGRAMMA**

Descrizione introduttiva degli impianti elettrici degli autoveicoli stradali, schemi elettrici panoramici e funzionali, caratteristiche dei componenti, potenze e tensioni in gioco. Costituzione, funzionamento, dati di targa e collaudo dei generatori e dei motori elettrici di avviamento e delle batterie per avviamento. Candele di accensione e di riscaldamento per motori termici e impianti di accensione. Impianti di illuminazione, di segnalazione e normativa vigente. Componenti elettronici: diodi al silicio, diodi zener, fotodiodi, transistori e tiristori. Sistemi elettronici di controllo con tecniche analogiche, digitali e microprocessori. Controllo elettronico dell'impianto elettrico, della combustione e del veicolo. Sistemi elettronici informativi e di sicurezza.

**ESERCITAZIONI**

Calcolo delle capacità della batteria di un autoveicolo. Dimensionamento e caratteristiche di un motore di avviamento. Schemi di circuiti elettrici di potenza ed elettronici di regolazione.

**TESTI CONSIGLIATI**

E. Giuffrida, *Equipaggiamenti elettrici ed elettronici dell'autoveicolo*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1979.

Materiali didattico fornito agli studenti durante lo svolgimento del corso.

**IN560 SPERIMENTAZIONE E AFFIDABILITÀ DELL'AUTOVEICOLO**

Prof. Pier Franco RIVOLO

Scuola Spec. Motorizzazione

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automobilistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

56

4

Es.

24

2

Lab.

—

—

*Il corso si propone di fornire alcune conoscenze fondamentali per poter affrontare le problematiche della Sperimentazione industriale dell'autoveicolo. Si articola in una parte descrittiva delle principali attività di sperimentazione, in una parte formativa di base con svolgimento dei fondamenti di tecnica dell'affidabilità e delle conseguenti evoluzioni sull'impostazione e sulla progettazione delle prove e sul trattamento ottimale dei dati di prova, e in una parte di analisi approfondita delle più moderne tecniche per la sperimentazione accelerata dei prototipi.*

*Il corso comprende lezioni, esercitazioni numeriche e grafiche, e visite a laboratori specialistici.*

*Nozioni propedeutiche: oltre alle materie del biennio, Fisica tecnica, Meccanica applicata alle macchine, Costruzione di macchine.*

**PROGRAMMA**

Funzioni della sperimentazione in un'azienda automobilistica: definizione, obiettivi-fasi di intervento nel ciclo del prodotto.

Classificazione delle prove.

Le prove accelerate: requisiti e campi di applicazione.

Norme di prova; capitoli di accettazione, prescrizioni legislative.

Descrizione di un Centro Esperienze: strutture organizzative e funzionali.

L'applicazione dei metodi statistici nella sperimentazione; elaborazione e interpretazione dei risultati di prova; la progettazione delle prove.

Fondamenti di teoria dell'affidabilità ed evoluzione conseguente nei metodi di prova. Prove di sviluppo del progetto e prove di dimostrazione dell'affidabilità.

Leggi della fatica e prove di fatica classiche.

Evoluzione delle prove di fatica, prove di fatica a programma, prove di simulazione strada, con sistema multicanale e controllo computerizzato.

Prove di sicurezza attiva e passiva. Prove climatiche ed ambientali. Prove di corrosione. Prove su strada, su piste speciali e su banchi a rulli.

**ESERCITAZIONI**

Elaborazione grafica e numerica per la valutazione di affidabilità dai dati di prova. Progettazione di un piano di prove per la verifica di un organo meccanico complesso e dei suoi sottogruppi con prove accelerate. Previsioni di affidabilità in field.

**TESTI CONSIGLIATI**

Dispense, *Sperimentazione nell'autoveicolo*, 3 volumi, P.F. Rivolo.

Cazard, *La fatigue des Métaux*, Ediz. Dunod.

Wonnacott, *Introduzione alla statistica*, F. Angeli.

Dispense Prof. Locati, *Sperimentazione autoveicolo*, Politecnico.

## IN561 SPERIMENTAZIONE SULLE MACCHINE A FLUIDO

Prof. Enrico ANTONELLI

DIP. di Energetica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Metrologico -  
Turbomacchine -  
Automobilistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

56

14

42

4

4

—

*Scopo del corso è quello di fornire le nozioni teoriche e l'esperienza pratica necessarie per affrontare i problemi connessi con le misure sperimentali sulle macchine a fluido. È particolarmente indicato per gli allievi che intendano svolgere attività sperimentale nel capo delle macchine a fluido presso l'Università, l'Industria o presso Istituti preposti a prove di omologazione o collaudo su macchine a fluido. Il corso si articola per metà su lezioni e per l'altra metà su esercitazioni numeriche e su esercitazioni di laboratorio.*

*Nozioni propedeutiche: sono propedeutiche oltre alle materie del biennio, Elettrotecnica, Fisica tecnica, Meccanica applicata alle macchine, Idraulica e Macchine.*

### PROGRAMMA

Tecniche matematiche di elaborazione dei dati sperimentali. Valutazione degli errori di misura, accidentali e sistematici.

Tecniche di misura adottate nel campo delle macchine a fluido per la misura di grandezze fisiche, sia istantanee che medie, quali: temperature, pressioni, portate di fluidi, coppie motrici, potenze, velocità angolari, velocità locali in una corrente di fluido, emissioni di inquinanti da motori a combustione interna.

Tecniche di registrazione e di acquisizionedati.

Applicazione delle tecniche sopra indicate ai rilievi sperimentali richiesti più frequentemente.

### ESERCITAZIONI

Esercizi numerici su argomenti trattati a lezione.

### LABORATORI

Rilievi sperimentali in laboratorio delle prestazioni di motori alternativi a c.i., di turbine a gas, di turbomacchine idrauliche, di compressori, di trasmissioni idrauliche; analisi delle emissioni da motori a combustione interna; rilievo dell'intensità di detonazione nei motori ad accensione comandata e in quelli ad accensione per compressione.

### TESTI CONSIGLIATI

Worthing - Geffner, *Elaborazione dei dati sperimentali*, Editrice Ambrosiana, Milano.

Beckwith - Buck, *Mechanical Measurements*, Editrice Addison-Wesley, Londra.

## IN381 STRUMENTAZIONE PER BIOINGEGNERIA

Prof. Roberto MERLETTI

DIP. di Elettronica

III ANNO  
2° PERIODO DIDATTICO  
INDIRIZZO: Bioingegneria

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	65	12	4
Settimanale (ore)	6	2	—

*Il corso si propone la formazione di base di laureati in elettronica che, se inseriti nelle industrie biomediche o nelle strutture sanitarie, dispongano di sufficiente familiarità con i problemi del settore per affrontare subito gli aspetti specifici. Il corso riguarda applicazioni della elettronica a problemi diagnostici, terapeutici e in generale a problemi di tecnologia nel settore sanitario, ma non si propone una formazione estremamente specializzata in modo da costituire una esperienza utile anche in altri settori dell'industria o dei servizi.*

*Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni teoriche e include 1-2 esercitazioni di laboratorio, visite di istruzione e conferenze.*

*Nozioni propedeutiche: agli studenti del corso di laurea in Ingegneria meccanica sono assolutamente indispensabile le nozioni fornite dal corso di Elettronica per meccanici.*

## PROGRAMMA

Caratteristiche generali di sistemi ed eventi fisiologici. Principi di funzionamento e caratteristiche dei trasduttori per strumentazione elettromedicale. Elettrodi per prelievo di segnali e per stimolazione. Amplificatori e circuiti analogici e digitali di uso comune. Sistemi di acquisizione, telemetria, elaborazione di dati biomedici. Applicazioni relative al sistema cardiovascolare e respiratorio: strumentazione per monitoraggio, pacemakers, controllo portatori P.M., monitoraggio respiratorio, respiratori e ventilatori. Applicazioni al sistema neuromuscolare: strumentazione EMG e EEG, stimolatori neuromuscolari, ausili elettronici. Applicazioni relative ad altri sistemi: dispositivi per emodialisi, arti artificiali a controllo mioelettrico, ausili per disabili, apparecchiature per laboratorio, ecc. Applicazioni dei microprocessori nelle apparecchiature elettromedicali. La strumentazione elettronica nelle strutture sanitarie: aspetti di sicurezza elettrica e di normativa, aspetti socio economici, servizi di ingegneria clinica.

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni approfondiscono gli aspetti di progetto o analisi di circuiti utilizzati in strumenti elettromedicali: vi si studiano schemi elettrici, fogli tecnici e manuali d'uso di apparecchi.

## LABORATORI

Si realizzano circuiti per la presentazione e la analisi di segnali bioelettrici (ECG, EMG).

## TESTI CONSIGLIATI

J.G. Webster, *Medical Instrumentation*, Houghton Mifflin, Boston, 1978.

W. Welkowitz, *Biomedical Instruments: theory and design*, Academic Press, 1976.

W. Thompkins - J.G. Webster, *Microcomputer based medical instrumentation*, Prentice Hall, 1981.

R. Mercelli, *Servizi sanitari e tecnologie elettroniche*, Nuova Italia Scientifica, 1982.

**IN391 TECNICA DEI SISTEMI NUMERICI (Sem.)**

Prof. Elio PICCOLO

DIP. di Automatica e Informatica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Metrologico -  
Fisicotecnico -  
Automobilistico

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	—	—	20
Settimanale (ore)	4	2	—

*Questo corso intende fornire agli allievi meccanici le conoscenze teoriche e pratiche per l'applicazione dei sistemi di elaborazione numerica a problemi gestionali e di controllo dei processi.*

*Durante il corso le lezioni teoriche si alterneranno ad esercitazioni pratiche su minicalcolatore (PDP 11/34) e personal-computer.*

*Nozioni propedeutiche: sono richieste cognizioni sui principi dell'elettrotecnica, utili ma non indispensabili nozioni di Elettronica circuitale.*

**PROGRAMMA**

Struttura dei calcolatori. Vengono date le basi dell'aritmetica binaria e dell'algebra di Boole, vengono trattati problemi computazionali, viene descritta l'organizzazione dei microcalcolatori con particolare riferimento ai personal-computer.

Linguaggi di programmazione. Sono illustrate tecniche di programmazione con linguaggi a basso livello (assembler) e ad alto livello (Fortran e Basic). Cenni sui linguaggi per macchine speciali (controlli numerici).

Applicazione dei calcolatori a problemi gestionali e di controllo. Vengono illustrati sia i dispositivi per l'introduzione dei dati nel calcolatore (interfacce, attuatori ecc.), sia le strutture dei dati, sia le tecniche di elaborazione. Particolare attenzione viene dedicata alle tecniche di elaborazione dei segnali.

Tecniche di controllo di macchine utensili (controlli numerici), di processi industriali, di magazzini. Vengono presentati gli algoritmi finora sviluppati per affrontare questi problemi.

**ESERCITAZIONI**

Si realizza il controllo di un motorino in c.c. con l'ausilio di un microcalcolatore. Si realizzano numerosi programmi in Fortran e in Basic su personal-computer per la soluzione di problemi prospettati durante il corso.

**LABORATORI**

Attuazione di quanto proposto nelle esercitazioni.

**TESTI CONSIGLIATI**

Appunti dalle lezioni.

Articoli su riviste specializzate.

## IN564 TECNICA DEL FREDDO

Prof. Armando TUBERGA

DIP. di Energetica

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Termotecnico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

50

4

Lab.

—

—

*Il corso mira ad approfondire i fondamenti scientifici della tecnica del freddo. Perciò insiste sulla termodinamica di cui si può considerare una materia applicativa. Materie collaterali sono: Trasmissione del calore, Impianti speciali termici, Misure termiche e regolazioni, Metrologia generale e misure meccaniche. Materia applicativa che ha vaste aree in comune colla Tecnica del freddo è la Chimica industriale, per quanto concerne la separazione e depurazione dei gas. Applicazioni importanti, nell'ambito nazionale, sono la conservazione e il trasporto di derrate alimentari, lo stoccaggio e la distribuzione di gas liquidi per metallurgia e meccanica. Nozioni propedeutiche: si presuppone la conoscenza della Fisica tecnica, dell'Analisi matematica (funzioni di più variabili, derivate parziali, equazioni alle derivate parziali), della Fisica (termofisica e magnetismo).*

## PROGRAMMA

Sviluppo storico della tecnica del freddo. Panorama dei problemi e delle applicazioni.

Trasformazioni termodinamiche interessanti la refrigerazione.

Cicli di refrigerazione. Ciclo di Carnot inverso. Cicli a vapore a uno e più stadi. Cicli a gas: ciclo di Stirling inverso, ciclo di Linde, ciclo di Claude. Cicli in cascata. Cicli composti a vapore e a gas. Cicli a diluizione. Cicli a refrigerazione magnetica. Cicli ad assorbimento. Refrigerazione termoelettrica.

Liquefazione dei gas. Liquefazione dell'aria: sistemi di Linde Hampson, semplice e con pre-raffreddamento, sistema di Linde a due stadi, sistemi di Claude, di Haulandt, di Kaptza. Liquefazione del neon, dell'idrogeno, dell'elio.

Separazione dei gas. Diagrammi di stato. La rettificazione. La colonna di rettifica semplice e doppia. Sistemi di Linde-Frankl e di Heylandt. Separazione dell'argon e del neon. Separazione dell'idrogeno e del deuterio. Deputazione dei gas.

Composizione dei sistemi di refrigerazione: compressori, scambiatori, rigeneratori, macchine e valvole di espansione. Isolamento termico ed elementi di tecnica del vuoto.

Misure: temperatura, pressione, portata, livello dei liquidi.

Sistemi di stoccaggio e trasporto.

Proprietà dei materiali impiegati nella tecnica del freddo.

## ESERCITAZIONI

Saranno tenute con ritmo settimanale dopo le prime due settimane di lezione e consisteranno in applicazioni numeriche al calcolo di massima di sistemi frigoriferi criogenici e al dimensionamento dei componenti. Inoltre avranno luogo due visite ad impianti.

## TESTI CONSIGLIATI

E. Bonauguri - D. Miari, *Tecnica del freddo*, Hoepli, Milano, 1977.

R. Barron, *Cryogenic Systems*, McGraw Hill.

P. Brunelli - C. Codegone, *Corso di Fisica tecnica*, Ed. Giorgio, Torino, 1969.

R.B. Scott, *Cryogenic Engineering*, Van Nostrand Co.

G.K. White, *Experimental techniques in low-temperature physics*, Oxford Univ. Press.

## IN566 TECNICA DELLA SICUREZZA STRADALE

Prof. Norberto PICCININI

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria  
Chimica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Trasporti -  
Impiantistico

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	48	72	30
Settimanale (ore)	4	8	—

*L'insegnamento intende rispondere agli obiettivi della legge 23 dicembre 1978, n. 833 «Il servizio sanitario nazionale» per la ... «prevenzione delle malattie e degli infortuni in ogni ambiente di vita e di lavoro» formando la capacità di: riconoscere le pericolosità; acquisire criticamente le normative a fini di sicurezza; definire procedimenti e mezzi tecnici per raggiungerli. L'insegnamento ha validità per tutti i corsi di laurea e riserva l'approfondimento specifico applicativo agli interessi di ciascun allievo.*

*Sono nozioni propedeutiche quelle di biennio, con particolare profondità per quanto attinente alla osservazione scientifica.*

## PROGRAMMA

La legge 833, nei suoi obiettivi e nella loro interpretazione tecnica, la legislazione e normativa italiana, le direttive della CEE. Le pericolosità, potenziali e manifeste negli ambienti di residenza, lavoro; trasporto, diporto. Metodologia di riconoscimento. La impostazione della sicurezza, in relazione ad una attività potenzialmente pericolosa ed agli ambienti, interno ed esterno, coinvolti, in corso di progettazione, accettazione, trasporti, costruzione, sorveglianza, manutenzione, sostituzione dei mezzi, conduzione, sospensione, cessazione, abbandono della attività. Metodi di accertamento di caratteristiche materiali, di componenti di strutture, con riferimento alle utilità ed alle pericolosità. Metodi di accertamento dei degradamenti di qualità in corso di esercizio e della sicurezza residua. Ispezioni, manutenzioni, sostituzioni, riserve. Responsabilità morali, professionali e legali rispetto ai partecipanti ed ai non partecipanti alla attività pericolosa ed agli utenti ed ai non utenti dei risultati di tale attività. Analisi dei «guasti», verso l'origine o verso la fine. Gli enti che hanno avuto, hanno, avranno compiti istituzionali nella tutela contro le pericolosità e corrispondenti compiti. Inquinamenti e degradazione ambientale, metodi di riconoscimento, limiti legali.

## ESERCITAZIONI

1° tema, individuale, su una pericolosità personalmente incontrata.

2° tema, individuale o in piccolo gruppo, su un tema complesso, comprensivo di un progetto a fini di sicurezza.

## LABORATORI

Prove su materiali presso Laboratori del Politecnico.

## TESTI CONSIGLIATI

Istituzione del Servizio sanitario nazionale 23 dicembre 1978, n. 833.

Le leggi d'Italia - Collezione presso la biblioteca centrale del Politecnico.

Raccolta delle norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro (Poligrafico dello Stato, ed. pirola, ed. Giuffrè, ed. Gloria).

Dangerous materials SAX (Biblioteca centrale; bibl. Ist. Chimica ind.).

Medicina del lavoro, CREPET, Padova.

Direttive CEE (rivolgersi alla Biblioteca centrale).

Cicala - Orusa, Appunti di diritto, Ed. Giorgio, 1980.

## IN402 TECNICA DELLE COSTRUZIONI INDUSTRIALI

Prof. Carlo Emanuele CALLARI

IST. di Tecnica delle Costruzioni

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Ferroviario -

Strutturistico -

Costruzioni meccaniche -

Impiantistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

60

4

Lab.

—

—

*Il corso vuole fornire allo studente una preparazione che lo renda atto alla progettazione di strutture con particolare attenzione a quelle in acciaio e in cemento armato. Sono forniti i criteri per la progettazione e verifica degli elementi strutturali nelle diverse condizioni di carico. Particolare attenzione è posta alle costruzioni industriali, la cui progettazione concreta costituisce argomento delle esercitazioni.*

*Il corso comprenderà lezioni ed esercitazioni in aula.*

*Nozioni propedeutiche: Scienza delle costruzioni.*

## PROGRAMMA

Premesse: criteri generali di progettazione; la concezione strutturale; le verifiche della sicurezza in campo elastico, agli stati limite ultimi ed agli stati limite di utilizzazione. La forma delle strutture (mono-bi-tridimensionali) tipologia della travatura e delle strutture reticolari, lastre, strutture tridimensionali, stati piani di sollecitazione. normativa italiana sui carichi agenti sulle strutture. Caratteristiche dei terreni e delle rocce. Spinta delle terre. Il suolo di fondazione. La progettazione degli elementi resistenti in acciaio. Gli acciai normali da costruzione. Cenni alle norme vigenti per la costruzione di strutture metalliche. il dimensionamento della struttura metallica nei riguardi delle varie caratteristiche di sollecitazione. La torsione e il taglio. Il centro di taglio. Verifica al carico di punta di elementi ad anima piena e reticolare; metodo W. Pressoflessione di travi snelle. Instabilità delle aste composte e semplici. Giunzioni chiodate e bullonate. Criteri di proporzionamento delle giunzioni. Gli appoggi delle strutture metalliche.

La progettazione degli elementi strutturali in c.a.. Strutture in c.a., caratteristiche generali, criteri di costruzione. Caratteristiche fisicomeccaniche del cls. L'aderenza. Criteri di progetto e verifica delle sezioni, elastica e agli stati limite, per compressione, trazione, flessione semplice, pressoflessione, tensoflessione. Diagrammi di interazione. Calcolo dell'apertura delle fessure. Flussione composta. Torsione. Instabilità elementi snelli in c.a. verifica elastica, calcolo allo stato limite ultimo, coperture industriali in c.a. e c.a.p., plinti di fondazione, travi rovescie.

## ESERCITAZIONI

Sviluppo di un progetto di capannone industriale in cemento armato ordinario ed in acciaio.

## TESTI CONSIGLIATI

Goffi - Obert, *Tecnica delle costruzioni*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.

Zignoli, *Costruzioni metalliche*, Utet, Torino, 1976.

Belluzzi, *Scienza delle costruzioni*, Zanichelli, Bologna, 1982.

Pozzati, *Teoria e tecniche delle strutture*, vol. 1 e 2, Utet, Torino, 1977.

## IN567 TECNICA DEL TRAFFICO E DELLA CIRCOLAZIONE

Prof. Mario VILLA

IST. di Trasporti e Organizzazione Industriale

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Trasporti

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	52	52	—
Settimanale (ore)	4	4	—

## PROGRAMMA

*Introduzione. Il fenomeno della mobilità: i fattori territoriali, socio-economici, infrastrutturali. I sistemi di trasporto.*

*La definizione di grandezze. L'ingegneria del Traffico e della Circolazione.*

*La pianificazione generale e settoriale. Pianificazione socio-economica, territoriale, dei trasporti, del traffico e della circolazione ai vari livelli: nazionale, regionale, comprensoriale e locale. La formulazione degli obiettivi e l'integrazione fra i livelli di piano. Legislazione e competenze.*

*La struttura della domanda di mobilità. Elementi di economia urbana: la formazione urbana, la crescita urbana. Il concetto di polo e di polarizzazione. La correlazione fra lo sviluppo economico, l'urbanizzazione e la domanda di mobilità. I fattori di uso del suolo: le attività, la loro distribuzione (la zonizzazione), l'intensità. La rete delle infrastrutture: strade, ferrovie, linee aeree. La motorizzazione.*

*L'analisi della domanda. Le indagini conoscitive. I modelli del traffico. La distribuzione fra i modi di trasporto. Il traffico pedonale.*

*L'analisi dell'offerta. Capacità e potenzialità delle infrastrutture. Le intersezioni, i nodi, le confluenze, la diversioni, le rampe, ecc.*

*Teoria della circolazione. Flussi, velocità, densità, distanziamento, sosta. I metodi di rilevamento.*

*L'analisi della domanda futura di mobilità. La destinazione dell'uso del suolo. Lo sviluppo della motorizzazione. Cenni sui modelli di previsione e sul loro uso.*

*L'analisi di fattibilità. La formulazione del progetto. Le prestazioni del sistema. I livelli di servizio. L'impatto sul territorio e sull'ambiente. L'analisi economica.*

*La regolazione e il controllo del traffico e della circolazione. La regolazione delle reti, del distanziamento, delle intersezioni. La marcia. Tecniche di simulazione.*

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni hanno durata di 4 ore settimanali e riguardano gli argomenti principali del corso con applicazioni numeriche e quantitative e soluzioni di problemi caratteristici: i modelli di simulazione, intersezioni, analisi costi/benefici; ecc.

## TESTI CONSIGLIATI

M. Villa, *Tecnica del traffico e della circolazione*, Ed. Clut, Torino.

M. Vill, *Elementi di economia urbano*, Ed. Clut, Torino.

M. Villa, *Esercizi di tecnica del traffico e della circolazione*, Ed. Clut, Torino.

A. Orlandi, *Tecnica della circolazione*, Ed. Patron.

## IN407 TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI

Prof. Alberto RUSSO FRATTASI

IST. di Trasporti e Organizzazione Industriale

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Trasporti -  
Ferroviario

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

120

4

Lab.

8

—

*Il corso di Tecnica ed economia dei trasporti - insieme di Complementi di Tecnica ed economia dei trasporti e di Tecnica del traffico e della circolazione - ha lo scopo di dare agli studenti una panoramica della problematica della mobilità sia a livello nazionale che internazionale nonché di fornire loro adeguate metodologie di studio e di calcolo per affrontare i problemi connessi ai veicoli ed alle infrastrutture utilizzate per la mobilità alle persone e alle cose.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, laboratori, visite.*

*Nozioni produttive: Meccanica applicata alle macchine, Elettrotecnica, Macchine.*

### PROGRAMMA

Problemi energetici e riflessi sul sistema dei trasporti. Il conto nazionale dei trasporti nel quadro nazionale del bilancio ed in raffronto al prodotto interno lordo.

I trasporti ferroviari; panorama, problematica e struttura. I trasporti stradali: panorama, problematica e struttura. I trasporti aerei: panorama, problematica e struttura. I trasporti navali: panorama, problematica e struttura. I trasporti per vie d'acqua interne, panorama, problematica e struttura.

I trasporti urbani e suburbani: panorama, problematica e struttura. Capacità e potenzialità di linea e delle infrastrutture terminali. Pianificazione dei trasporti e modelli di simulazione. Indici di produttività e forme di gestione del servizio di trasporto. Le forme di mercato e la domanda di trasporto. Il costo dei diversi modi di trasporto. Le previsioni della domanda e l'offerta del trasporto. I prezzi e le tariffe. I bilanci delle aziende di trasporto. I piani di finanziamento per la realizzazione e la gestione dei sistemi di trasporto. La valutazione degli investimenti. L'analisi costi-benefici.

### ESERCITAZIONI

Sono svolte separatamente per gli allievi civili e meccanici ed hanno la durata di 4 ore per settimana. Nel corso delle stesse svono sviluppate ed integrate con elementi pratici ed operativi gli argomenti trattati a lezione.

### LABORATORI

L'Istituto dispone di un laboratorio attrezzato per prove su impianti funiviari e veicoli in genere; rilievi di traffico; rilievi di livello sonoro e di inquinamento.

### TESTI CONSIGLIATI

R. Grisoglio, *Dispense di tecnica ed economia dei trasporti*, Ed. Clut, Torino.

T. Di Fazio, *Note sulla evoluzione dei mezzi e dei sistemi per la trazione ferroviaria*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Dispense varie a cura dell'Istituto Trasporti ed Organizzazione Industriale e del Clut.

## IN411 TECNOLOGIA DEI MATERIALI METALLICI

Prof. Donato FIRRAO

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria  
ChimicaIV ANNO  
1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	10	20
Settimanale (ore)	6	2	—

*Il corso si propone di fornire le nozioni fondamentali a riguardo dell'influenza della composizione e della struttura delle leghe metalliche sulle relative proprietà meccaniche, in modo da consentire la comprensione dei criteri che bisogna seguire sia nella selezione dei materiali metallici per gli impieghi nelle costruzioni industriali, sia nella scelta dei trattamenti termici più adatti per gli usi a cui essi saranno destinati. Le nozioni impartite costituiscono quindi la base indispensabile per le discipline che si occupano di progettazione e costruzione di macchine.*

*Per seguire il corso, che si articola in lezioni, esercitazioni in aula e prove in laboratorio, è necessario avere assunto come propedeutiche le nozioni fornite nel corso di Chimica applicata e Scienza delle costruzioni.*

## PROGRAMMA

Struttura cristallina dei metalli e delle leghe. Caratteristiche meccaniche dei metalli: resistenza a sollecitazioni statiche, quasi-statiche, ad urto ed a fatica; resistenza alla nucleazione ed alla propagazione di frattura in solidi contenenti concentrazioni di tensione a differenti temperature di esercizio; resistenza ad usura. Cenni sulle proprietà magnetiche ed elettriche dei metalli. I più importanti diagrammi di stato di interesse metallurgico: Fe-C, Fe-N, Fe-Cr, Fe-Ni, Al-Si, Al-Zn, ecc. Meccanismi di rafforzamento delle leghe metalliche. Trattamenti termici. Processi termochimici superficiali. Elementi di corrosione e protezione degli acciai. Classificazione UNI degli acciai; confronti con altre classificazioni. Acciai al carbonio. Acciai speciali: influenza degli elementi leganti su struttura e proprietà. Acciai per carpenteria. Acciai per lamiere da stampaggio. Acciai per bonifica. Acciai per cementazione. Acciai per nitrurazione. Acciai per cuscinetti. Acciai per molle. Acciai per utensili. Acciai automatici. Acciai inossidabili. Leghe per alta temperatura. Processi di saldatura degli acciai e relativa influenza sulle caratteristiche meccaniche. Ghise grigie per getto. Ghise sferoidali. Ghise malleabili. Trattamenti termici delle ghise. Leghe di alluminio per getto e per lavorazione plastica. Trattamenti termici delle leghe di alluminio. Leghe di titanio. Rame, zinco, piombo e loro leghe.

## ESERCITAZIONI

Prove meccaniche sui materiali: trazione, torsione, durezza, resilienza, tenacità, fatica, usura, creep. Metallografia ottica ed elettronica. Frattografia. Prove non distruttive. Prove di temprabilità. Calcoli di previsione delle proprietà meccaniche dei manufatti dopo trattamento termico o termochimico. Molti argomenti verranno illustrati mediante prove in laboratorio.

## TESTI CONSIGLIATI

- A. Burdese, *Manuale di Metallurgia*, Utet, Torino, 1969.  
I. Amato, *Corso di Tecnologia dei materiali metallici*, esercitazioni, Clut, Torino, 1983.  
L. Matteoli, *Corso di Tecnologia dei materiali*, vol. 1 e 2, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1982.  
G.E. Dieter, *Mechanical Metallurgy*, McGraw Hill Kogakusha, Tokio, 1976.

## IN414 TECNOLOGIA MECCANICA

Prof. Rosolino IPPOLITO (1° corso)  
 Prof. Raffaello LEVI (2° corso)

IST. di Tecnologia Meccanica

IV ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	60	40	8
	Settimanale (ore)	4	4	—

*Il corso intende fornire le conoscenze di base sui principali processi di lavorazione meccanica e sulle relative macchine utensili, così da consentire una corretta analisi del sistema produttivo.*

*Il corso comprenderà lezioni, esercitazioni, laboratori, eventuali visite d'istruzione. Nozioni propedeutiche: Analisi matematica, Disegno meccanico, Fisica, Meccanica razionale, Scienza delle costruzioni.*

## PROGRAMMA

Elementi costitutivi delle macchine utensili: strutture, guide, motori elettrici ed idraulici, cambi e variatori di velocità, organi di regolazione.

Aspetti statici e dinamici delle macchine utensili: problemi di stabilità e dinamica e di isolamento dei disturbi.

Caratteristiche meccaniche dei materiali: relazioni sollecitazioni-deformazioni in campo elastico; cenni sul comportamento dei materiali in campo plastico, e sulle prove tecnologiche. La teoria del taglio dei metalli; la formazione del truciolo e le zone di deformazione plastica; le forze di taglio; aspetti termici nel taglio dei metalli. Gli utensili: caratteristiche e durata. Le lavorazioni principali con asportazione di truciolo: tornitura, foratura, fresatura, alesatura, brocciatura, rettificatura, superfinitura.

Considerazioni economiche associate alle lavorazioni meccaniche.

Sistemi di produzione: linee a trasferta rigide e flessibili; machining centers.

Lavorazioni per deformazione plastica a freddo.

## ESERCITAZIONI

Analisi di singole macchine utensili; cicli di lavorazione; calcoli inerenti le principali lavorazioni per asportazione di truciolo.

## LABORATORI

Elementi di metrologia d'officina, rilievi su macchine utensili.

## TESTI CONSIGLIATI

R. Ippolito, *Appunti di tecnologia meccanica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1975.

G.F. Micheletti, *Tecnologia meccanica*, Utet, Torino, 1979.

G. Spur - T. Stöferle, *Enciclopedia delle lavorazioni meccaniche*, vol. 3, Tecniche Nuove, Milano, 1980.

A. Andrisano - W. Grilli, *Esercitazioni di macchine utensili*, Pitagora Editrice, Bologna, 1981.

**IN415 TECNOLOGIA MECCANICA II**

Prof. Sergio ROSSETTO

IST. di Tecnologia Meccanica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Tecnologico -  
Automazione

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	40	—
Settimanale (ore)	4	4	—

*Fornire le conoscenze di base per una corretta impostazione e gestione del flusso produttivo di uno stabilimento, nel rispetto dei vincoli tecnologici, impiantisti ed economici.*

*Nozioni propedeutiche: Tecnologia meccanica, Impianti meccanici, Regolazioni automatiche.*

**PROGRAMMA**

Analisi delle fasi che caratterizzano le scelte impiantistico-gestionali.

Sistemi di produzione: dinamica e loro controllo.

Flusso informativo del controllo di produzione.

Analisi previsionale.

Pianificazione e schedulazione master.

Analisi e controllo dei magazzini.

Schedulazione delle risorse e sequenziamento dei lavori.

**ESERCITAZIONI**

Applicazione di metodi quantitativi per la soluzione di problemi afferenti alla produzione.

## IN429 TECNOLOGIE TESSILI

Prof. Francantonio TESTORE

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria  
Chimica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Impiantistico

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	48	50	—
Settimanale (ore)	4	4	—

*Il corso si propone lo studio dei principali processi tecnologici in cui si articola la trasformazione delle fibre e dei fili in tessuto finito, i cicli di trasformazione e le condizioni ambientali per il loro razionale svolgimento, e di mettere i giovani futuri ingegneri a contatto con la realtà industriale per mezzo di visite a stabilimenti e laboratori e di esercitazioni su problemi pratici.*

*Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, visite di istruzione.*

## PROGRAMMA

L'insegnamento si divide in tre parti principali concernenti a grandissime linee la formazione del filato, la formazione di superfici tessili piane, la nobilitazione dei filati e dei tessuti. Di ciascuna parte vengono illustrate le esigenze di carattere tecnologico che influenzano la progettazione, il layout, le condizioni ambientali.

Formazione del filato. Classificazione delle fibre. Tecnologia della cardatura, della pettinatura, della filatura. Ciclo cardato e pettinato per fibre a taglio laniero e a taglio cotoniero. Trattamenti tessili ai cavi di filatura chimica (town) e di fili continui artificiali e sintetici (torcitura e testurizzazione ecc.).

Tecnologia generale di tessitura. Preparazione dell'ordito. Principali tipi di telai, tessuti a trama e catena, a maglia, non tessuti. Rifinitura, classificazione e scopi delle principali operazioni. Finissaggio dei tessuti lanieri, cotonieri, di fili sintetici. Tintura e stampa, cenni sulle fasi del ciclo e sulle principali macchine. Controlli tecnologici, cenni sulle prove più importanti (scopi, metodologia, apparecchiature ecc.) che si compiono su fibre, fili e filati, tessuti.

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono alternando visite e prove sperimentali presso aziende tessili e meccanotessili e presso laboratori pubblici e privati, nella elaborazione presso il Politecnico dei risultati sperimentali e nella discussione della relazioni compilate con dati raccolti.

## TESTI CONSIGLIATI

F. Testore, *Tecnologia della filatura*, Ed. Elsa, 1975.

F. Testore, *New Deal nel meccano tessile*, Ed. Publi-Edi, 1980.

*Manuale di tecnologia tessile*, Ed. Cremonesi, 1981.

*Bollettini dell'International Textile Service*, Zurigo.

*Journal of Textile Institute*, Manchester.

F. Testore, *Nel segno dell'ITMA 83*, Ed. Publi E. di Milano, 1984.

## IN427 TECNOLOGIE SIDERURGICHE

Prof. Mario ROSSO

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria  
ChimicaV ANNO  
2° PERIODO DIDATTICO  
INDIRIZZO; Metallurgico

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	64	30	10
Settimanale (ore)	5	3	—

*Il corso ha lo scopo di completare la preparazione degli allievi nel settore della produzione di particolari in acciaio ed in ghisa, illustrando le tecnologie più adatte per la loro formatura. In particolare si studiano le tecniche di fonderia per la produzione di getti in ghisa e la metallurgia delle polveri per l'ottenimento dei prodotti sinterizzati.*

*Si affronta quindi il problema delle lavorazioni per deformazione plastica, con particolare riferimento all'influenza delle caratteristiche del materiale sulla deformabilità sia a caldo sia a freddo ed all'effetto di tali processi sulla microstruttura e sulle proprietà meccaniche dei prodotti. Inoltre si esaminano i problemi connessi con le forze di attrito in gioco nei processi studiati, ponendo particolare attenzione alla loro riduzione mediante l'uso di lubrificanti. È data particolare importanza alle nuove tecnologie sperimentate nei diversi settori ed all'ottimizzazione tecnico-economica dei processi studiati.*

*Sono previste lezioni, esercitazioni in aula e in laboratorio; il programma verrà completato mediante visite ad industrie utilizzando le tecnologie oggetto del corso.*

*Sono da considerare propedeutiche le nozioni di carattere metallurgico e siderurgico.*

## PROGRAMMA

**Fonderia:** Nozioni fondamentali di fonderia. I forni a cubilotto: principi operativi, metallurgia, esercizio e progettazione. Modelli permanenti e modelli in polistirolo a perdere. Fabbricazione delle forme mediante formatura in staffa ed in motta. Formatura delle anime processi a caldo ed a freddo. Ricondizionamento delle terre. Fonderia a cera persa. Processi ed impianti di colata. Controllo e finitura dei getti. Ottimizzazione tecnico-economica del processo.

**Metallurgia delle polveri:** Campi di impiego della metallurgia delle polveri. Metodi di produzione e caratteristiche delle polveri metalliche. Sistemi di pressatura. Sinterizzazione in atmosfera controllata e non. Lavorazioni complementari e finitura dei particolari, confronto con i sistemi tradizionali.

**Processi di deformazione plastica:** Processi di deformazione a caldo ed a freddo, caratteristiche metallurgiche e proprietà meccaniche conseguenti. Caratteristiche di formabilità delle leghe metalliche. Fenomeni di attrito e lubrificazione. Criteri di scelta e progettazione degli utensili per le lavorazioni semicontinue e discontinue.

## ESERCITAZIONI

Vengono sviluppati esempi applicativi e calcoli numerici sugli argomenti trattati a lezione. Le prove in laboratorio riguarderanno le caratteristiche micro-strutturali e meccaniche dei materiali assoggettati alle diverse tecnologie.

Le esercitazioni saranno integrate da visite a stabilimenti industriali.

## TESTI CONSIGLIATI

G. Spur - T. Stöfele, *Enciclopedia delle lavorazioni meccaniche*, vol. 1: Fonderia, formatura galvanica, metallurgia delle polveri, Tecniche Nuove, Milano, 1983.

G. Dieter, *Mechanical Metallurgy*, McGraw Hill, Tokio, 1976.

## IN428 TECNOLOGI SPECIALI DELL'AUTOVEICOLO

Prof. Gian Federico MICHELETTI

IST. di Tecnologia Meccanica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automobilistico

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

50

4

Es.

—

—

Lab.

25

2

*Il corso tratta problemi, relativi alla produzione di autoveicoli, sia per gli organi meccanici (motore, trasmissione, ecc.), sia per le carrozzerie.*

*Argomenti principali: materiali utilizzati nell'autoveicolo - tipi di produzione ed impianti produttivi - analisi delle linee automatiche a flusso continuo: l'automazione con trasferte rigide e l'automazione flessibile (FMS, Robot) - unità di produzione (di lavorazione, di montaggio, di misura) - sottosistemi di movimentazione, trasporto immagazzinaggio - processi di lavorazione non convenzionali - esempi di lavorazione di parti motoristiche e di altri componenti meccanici - la produzione delle scocche: dalla lamiera alla produzione dei componenti ed al loro assemblaggio - lavorazioni di finitura e montaggio finale dell'autoveicolo.*

## PROGRAMMA

- 1) Esigenze e nuovi problemi di produzione dell'autoveicolo per gli organi meccanici e pr le carrozzerie.
- 2) I materiali nell'autoveicolo: cenni sul ciclo produttivo, caratteristiche e scelta; ghise (comuni, malleabili, sferoidali, speciali); acciai, tipi e forme (barre, profilati, tubi, fili, lamiere); alluminio e leghe; materiali plastici; materiali sinterizzati e microfusi; materiali compositi; ceramici e refrattari.
- 3) La produzione automobilistica:
  - tipi di produzione ed impianti produttivi: - per pezzi singoli (produzione di attrezzature); - per lotti - a flusso continuo;
  - layout dell'impianto: - a postazione fissa - per processo - per prodotti - cellule di produzione; esigenze dell'industria per produrre pochi particolari in grandi volumi; la classificazione e codificazione dei particolari «group technology»;
  - L'automazione per la produzione automobilistica: tipo Detroit (transfer rigide lineari od a tavola girevole); l'automazione flessibile: gli FMS (Flexible Manufacturing Systems); i robot. Analisi delle linee automatiche a flusso continuo; loro equilibramento (linee sincrone ed asincrone); analisi dei sistemi flessibili; le macchine operatrici (machining centres) a comando numerico (CN), a controllo numerico computerizzato (CNC), con controllo numerico diretto (DNC) ed autoadattativo;
  - il computer nella gestione produttiva (CAD/CAM): computer aided design - computer aided manufacturing; Attrezzature (posizionamento e bloccaggio pezzi e utensili: loro cambio automatico); Robot industriali: caratteristiche, applicazioni all'industria automobilistica; calcoli di convenienza).
- 4) La produzione del motore e di organi meccanici: lavorazioni dei particolari; misura e collaudi; macchine ed isole di misura; montaggi in linea sincrona ed asincrona. Esempi di lavorazione di parti motoristiche: basamento a testa cilindri; albero a motore; albero della distribuzione; bielle, stantuffi, volani; radiatore; silenziatori di scarico. Esempi di lavorazione di altri componenti meccanici: ruote dentate (cilindriche a denti dritti ed elicoidali; coniche a denti dritti ed a spirale); satelliti e planetari per differenziali; dischi e tamburi per freno; bulloneria; molle.
- 5) Processi di lavorazione non convenzionali: fondamenti, applicazioni, confronti tecnico-economici: processi chimici ed elettrochimici (ECM) - processi elettrici, elettroerosione (EDM) - processi elettro-termici: fascio elettrico (EBM); laser di potenza (LBM); plasma; fascio ionico (JBM).

La produzione delle scocche:

Innovazioni di progetto delle carrozzerie e dei telai; scocche portanti, scomposizione tipo di scocche lastrate.

I materiali per le carrozzerie; lamiere e nastri di acciaio; materiali sottili ad altissima resistenza; protezione della corrosione; acciai ricoperti; lamiere di alluminio; materiali metallici.

Lavorazioni delle lamiere per scocche: tranciatura, imbutitura, stampaggi; progettazione e costruzione di stampa con dispositivi estrattori; espulsori a camme, oleodinamici, pneumatici asserviti da circuiti elettrici.

Presse convenzionali ed a CNC; linee di presse automatiche e robotizzate, con cambio automatico degli stampi; collegamenti: saldature a resistenza per punti, saldature con laser, incollaggi.

Assemblaggio delle scocche; formazione dei «grappoli»; attrezzature, mascheroni, giostre. Esempi: ciclo di produzione di un'ossatura-porta - Finiture: verniciatura, ricoprimenti galvanici, sellatura; problemi d'insonorizzazione - Altri componenti della vettura: proiettori, para-

metri, pannello strumentazione ecc..

Esempi di cicli di lavorazione delle scocche: scomposizione tipica di scocca lastrata - aggregazione dei particolari stampati per formare il grappolo - aggregazione dei particolari da assemblare su mascheroni - analisi delle caratteristiche del mascherone - formaione dei «grappoli» - saldature (postazioni; robot di saldature, pinze ecc.) - stazioni di collaudo e misura (robot di misura).

Montaggio finale dell'autoveicolo: layout dell'impianto con linea flessibile: soluzione con robotgate (carrelli autoguidati AGV) - controllo della produzione via computer.

#### ESERCITAZIONI E LABORATORI

Studio di: cicli di lavorazione, specifici - attrezzature e stampa - layout di impianti - problemi di controllo della qualità.

Il caso sarà integrato con materiale illustrativo; film; videotape; diapositive.

Visite ad impianti per produzione di autoveicoli: motori e carrozzerie di automobili e di autocarri.

La ricerca in questi settori è in costante crescita, con un forte interesse per le applicazioni industriali. In particolare, si stanno sviluppando nuove tecnologie per la produzione di materiali avanzati, come i nanomateriali e i materiali a base di carbonio. Inoltre, si stanno studiando le applicazioni delle nuove tecnologie per la produzione di energia e per la protezione ambientale. La ricerca in questi settori è in costante crescita, con un forte interesse per le applicazioni industriali. In particolare, si stanno sviluppando nuove tecnologie per la produzione di materiali avanzati, come i nanomateriali e i materiali a base di carbonio. Inoltre, si stanno studiando le applicazioni delle nuove tecnologie per la produzione di energia e per la protezione ambientale.

**ESERCITAZIONE E LABORATORI**

Studio di tutti gli aspetti della produzione e della lavorazione dei materiali. In particolare, si studiano le tecniche di produzione e di lavorazione dei materiali, le proprietà dei materiali e le applicazioni dei materiali. Inoltre, si studiano le tecniche di controllo qualità e di gestione della produzione.

3) La produzione di materiali avanzati, come i nanomateriali e i materiali a base di carbonio.

4) Le applicazioni delle nuove tecnologie per la produzione di energia e per la protezione ambientale.

5) Le applicazioni delle nuove tecnologie per la produzione di materiali avanzati, come i nanomateriali e i materiali a base di carbonio.

6) Le applicazioni delle nuove tecnologie per la produzione di energia e per la protezione ambientale.

7) Le applicazioni delle nuove tecnologie per la produzione di materiali avanzati, come i nanomateriali e i materiali a base di carbonio.

8) Le applicazioni delle nuove tecnologie per la produzione di energia e per la protezione ambientale.

9) Le applicazioni delle nuove tecnologie per la produzione di materiali avanzati, come i nanomateriali e i materiali a base di carbonio.