

CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA
ELETTROTECNICA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTROTECNICA

Il corso di Laurea in Ingegneria elettrotecnica è rivolto alla formazione professionale, tecnica e scientifica, con riferimento alle esigenze produttive e industriali in cui è prevalente l'utilizzazione e la trasformazione della energia elettrica. oltre che a competenze progettuali sulla componentistica elettrica ed elettromeccanica, il corso intende portare ad una visione sistemistica dell'impianto, che utilizza le interconnessioni di singoli elementi in funzione di una predeterminata finalità di obiettivo e di comportamento.

La programmazione del corso si articola pertanto in un curriculum di studi interdisciplinare che, pur tenendo in conto principale e preponderante le applicazioni dell'elettricità, non trascura gli aspetti fondamentali della meccanica, termotecnica, idraulica e delle costruzioni.

Su questa formazione di base comune si delineano nel seguito quattro indirizzi principali: l'indirizzo impianti elettrici, l'indirizzo macchine elettriche, l'indirizzo di elettrotecnica industriale e infine quello di automatica.

L'indirizzo di impianti elettrici è diretto alla preparazione, sotto gli aspetti progettuali e di funzionamento, dei sistemi di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica; sono evidenziati inoltre gli aspetti sulla normativa e sulla tecnica della sicurezza.

L'indirizzo di macchine elettriche è rivolto alla utilizzazione, al progetto e alla costruzione di componenti elettromeccanici, in particolari di motori e di generatori elettrici.

L'indirizzo di elettrotecnica industriale studia i principali tipi di azionamenti attuati mediante motori convenzionali e speciali, con particolare riguardo alle interazioni tra componenti elettromeccanici ed apparati elettronici di potenza.

L'indirizzo di automatica si rivolge allo studio degli algoritmi di controllo, con metodologie che si possano adottare dalle più semplici alle più complesse realizzazioni, proponendo tecniche attuative sia di tipo analogico sia di tipo numerico.

FORME IN LINGUA ITALIANA E IN INGLESE

Il corso di lavoro in ingegneria elettrica è stato organizzato in modo da fornire allo studente una preparazione completa e solida in tutti i campi dell'ingegneria elettrica, con particolare riferimento alla teoria e alla pratica dell'energia elettrica e alla teoria e alla pratica dell'energia meccanica. Il corso è organizzato in modo da fornire allo studente una preparazione completa e solida in tutti i campi dell'ingegneria elettrica, con particolare riferimento alla teoria e alla pratica dell'energia elettrica e alla teoria e alla pratica dell'energia meccanica.

La programmazione del corso si articola pertanto in un curriculum di studi interdisciplinare che, pur tenendo in conto le discipline e le applicazioni dell'elettricità, non trascura gli aspetti fondamentali della meccanica, termotecnica, idraulica e delle costruzioni.

Un'ampia formazione di base comune si delinea nel seguito durante l'indirizzo principale: l'indirizzo impianti elettrici, l'indirizzo macchine elettriche, l'indirizzo di elettrotecnica industriale e infine quello di automazione.

L'indirizzo di impianti elettrici è diretto alla preparazione, sotto gli aspetti progettuali e di funzionamento, dei sistemi di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica; sono evidenziati inoltre gli aspetti sulla normativa e sulla tecnica della sicurezza.

L'indirizzo di macchine elettriche è rivolto alla utilizzazione, al progetto e alla costruzione di componenti elettromeccanici, in particolare di motori e di generatori elettrici.

L'indirizzo di elettrotecnica industriale studia i principali tipi di automazioni attuati mediante motori convenzionali e speciali, con particolare riguardo alle funzioni di controllo elettronico ed apparati elettronici di potenza.

L'indirizzo di automazione si rivolge allo studio degli algoritmi di controllo, con metodologie che si possono adottare dalle più complesse realizzazioni, proponendo tecniche alternative sia di tipo analogico sia di tipo numerico.

PROGRAMMI

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

Il corso ha lo scopo di illustrare le caratteristiche generali per l'analisi e la gestione di sistemi di energia di potenza. Particolare attenzione è dedicata ai collegi ingegneristici sui vari componenti di impianti elettrici vengono considerati nel loro complesso con un approccio globale, nel quale appaiono di preminente interesse le interazioni fra i sottosistemi di produzione, trasmissione e distribuzione. L'energia elettrica, i criteri di concezione di una rete elettrica, i problemi di regolazione del flusso potenza e di controllo automatico centralizzato.

Argomenti propedeutici: Macchine elettriche, Impianti elettrici.

PROGRAMMA

Configurazioni tipiche dei moderni sistemi elettrici di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

Protezione a lungo termine. Tipi di uscite e previsioni probabilistiche dei carichi. Affidabilità del servizio. Indice di probabilità di perdita di carico.

Programmazione a breve termine: caratteristiche dei carichi. Il sistema di potenza in regime stazionario. Equilibrio delle potenze attive ed effetti sulla frequenza. Bilancio delle potenze reattive ed effetti sulla tensione. Modello per lo studio del regime statico. Macchine sincroni. Trasmissione. I flussi di trasmissione. I flussi di potenza a regime. Vicini d'esercizio. Scansione delle equazioni di rete. Analisi di sensibilità. Strategie di gestione ottimale. Il problema del dispatchamento ottimo.

Minimizzazione dei costi d'esercizio. Sicurezza funzionale di una rete. Regime normale, d'isola, d'emergenza. Studio probabilistico del funzionamento a regime. Modelli dinamici. Il problema del controllo. Stabilità statica e dinamica.

ESERCITAZIONI

Simulazioni al calcolatore del comportamento a regime ed in transitorio di semplici reti di studio.

TESTI CONSIGLIATI

Uscio, *Impianti elettrici*, Ed. Zanich.

Hidgero, *Electric Energy System, and Introduction*, Ed. McGraw-Hill.

Saccomanni, *Filosofia di impianti*, Università di Genova, distribuita dal docente.

Stevenson, *Elements of Power System Analysis*, Ed. McGraw-Hill.

PHYSICS

Department of Physics, University of Chicago, Chicago, Illinois 60637

IN496 ANALISI DEI SISTEMI ELETTRICI DI POTENZA

Prof. Roberto NAPOLI

DIP. di Elettrotecnica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Impianti A e B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

75

6

Es.

25

2

Lab.

—

—

Il corso si propone di illustrare le nozioni fondamentali per l'analisi e la gestione dei sistemi elettrici di potenza. Rinunciando ai dettagli ingegneristici sui vari componenti gli impianti elettrici vengono considerati nel loro complesso con un approccio sistemico, nel quale appaiono di preminente interesse le interazioni fra i sottosistemi di produzione, trasmissione e distribuzione d'energia elettrica, i criteri di esercizio di una rete elettrica, i problemi di regolazione dei flussi potenza e di controllo automatico centralizzato.

Nozioni prepedeutiche: Macchine elettriche, Impianti elettrici.

PROGRAMMA

Configurazioni tipiche dei moderni sistemi elettrici di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

Programmazione a lungo termine. Tipi di utenze e previsioni probabilistiche dei carichi. Affidabilità del servizio. Indice di probabilità di perdita di carico.

Programmazione a breve termine: caratteristiche dei carichi. Il sistema di potenza in regime statico. Equilibrio delle potenze attive ed effetti sulla frequenza. Equilibrio delle potenze reattive ed effetti sulla tensione. Modello per lo studio del regime statico. Macchina sincrona. Trasformatore. Linea di trasmissione. I flussi di potenza a regime. Vincoli d'esercizio. Soluzione delle equazioni di rete. Analisi di sensitività. Strategie di gestione ottimale. Il problema del dispacciamento ottimo.

Minimizzazione dei costi d'esercizio. Sicurezza funzionale di una rete. Regime normale, d'allerta, d'emergenza. Studio probabilistico del funzionamento a regime. Modelli dinamici. Il problema del controllo. Stabilità statica e dinamica.

ESERCITAZIONI

Simulazione al calcolatore del comportamento a regime ed in transitorio di semplici reti di studio.

TESTI CONSIGLIATI

Iliceto, *Impianti elettrici*, Ed. Patròn.

Eldgerd, *Electric Energy System: and Introduction*, Ed. McGraw Hill.

Saccomanno, *Fotocopie di appunti*, Università di Genova, distribuite dal docente.

Stevenson, *Elements of Power System Analysis*, Ed. McGraw Hill.

IN020 APPARECCHIATURE DI MANOVRA E INTERRUZIONE

Prof. Giovanni CANTARELLA

DIP. di Elettrotecnica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Impianti A -

Macchine elettriche A

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

60

40

20

4

4

—

Il corso mira ad approfondire le conoscenze dello studente sulle apparecchiature di manovra e di protezione dei circuiti elettrici (interruttori di manovra, interruttori automatici, fusibili, contattori, avviatori, e loro combinazioni), che si riscontrano come principali componenti in tutti i circuiti e impianti elettrici. Esso è particolarmente consigliato ai futuri ingegneri che intendano operare in attività di progettazione, esercizio, manutenzione di impianti industriali elettrici, o di progettazione, costruzione, verifica di apparecchi di manovra e di protezione.

Nozioni propedeutiche: sono necessarie nozioni di base relative agli impianti elettrici, alla fisica tecnica e alle macchine elettriche.

PROGRAMMA

Ruolo funzionale degli apparecchi di interruzione. Sovracorrenti, sovraccarico e corto circuito. Transitorio di stabilimento della corrente di corto circuito. Sorgenti di correnti di corto circuito. Contributo dei motori alla corrente di corto circuito. Riscaldamento degli apparecchi elettrici: limiti di temperatura. Trasmissione del calore per conducibilità, convezione e radiazione. Corrente ammissibile in un conduttore. Riscaldamento di conduttori isolati e delle bobine degli apparecchi. Riscaldamento di conduttori in condizioni di corto circuito. «I²t» o integrale di Joule. Applicazioni della grandezza «I²t». Riscaldamento delle apparecchiature con carico intermittente. Forze elettrodinamiche: tra conduttori complanari e in una spirale. L'arco elettrico negli interruttori: caratteristica statica e dinamica. L'arco in regime transitorio. Modello di Mayr. Interruzione di corrente continua in circuiti induttivi. Interruttori rapidi per corrente continua. Energia trasformata nell'arco. Interruzione di corrente alternata. Tensione transitoria di ritorno. Frequenza propria. Resistenza critica. Fattore di ampiezza. Normativa tecnica del CEI e della IEC. Interruzione di corrente di corto circuito in circuiti trifase. Metodi per l'estinzione dell'arco elettrico. Interruttori in olio, aria compressa, esafluoruro di zolfo, magnetici, nel vuoto. Interruzione di piccole correnti induttive, di correnti capacitive, in discordanza di fase, di guasto in linea. Resistori in parallelo all'arco degli interruttori. Interruttori di bassa tensione per impianti elettrici in edifici industriali e residenziali. Protezione contro sovraccarico dei conduttori. Potere di chiusura nominale e potere di interruzione nominale di interruttori automatici. Prove per la loro verifica. Sganciatori termici per sovraccarico. Fusibili. Caratteristiche di prearco e di funzionamento, di limitazione e di «I²t». Fusibili per uso generale e per uso combinato. Correnti critiche. Contattori. Categorie di impiego. Funzionamento ordinario e occasionale. Protezione dei contattori contro le correnti di corto circuito. Elettromagnete di comando. Apparecchi limitatori della corrente di corto circuito.

ESERCITAZIONI

Il corso comprende esercitazioni di calcolo relative agli argomenti trattati nelle lezioni e esercitazioni pratiche svolte nel laboratorio di corto circuito dell'I.E.N. «Galileo Ferraris».

LABORATORI

Laboratorio di corto circuito dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale «Galileo Ferraris».

TESTI CONSIGLIATI

Appunti dalle lezioni sono messi a disposizione degli studenti.

IN457 ANALISI MATEMATICA I

Prof. Paolo BOIERI

(1° corso - elettronici)

Prof. Miryam PANDOLFI BIANCHI

(2° corso - elettronici)

Docente da nominare

(3° corso - elettronici ed elettrotecnici)

DIP. di Matematica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. ELETTROTECNICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab.

100 56 —

6 4 —

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi di base del calcolo infinitesimale con una metodologia di lavoro che da un lato lo avvii a utilizzare criticamente gli strumenti acquisiti dall'altro a collegare (attraverso applicazioni a problemi di Fisica e Ingegneria) i corsi di Matematica ai successivi corsi di indirizzo.

Il corso si svolge con lezioni ed esercitazioni a squadre settimanali.

Nozioni propedeutiche sono le nozioni fondamentali di Algebra, Geometria e Trigonometria della scuola media superiore.

PROGRAMMA

1. Elementi base di algebra degli insiemi. Unione, intersezione, insieme complementare.
2. Insieme \mathbb{R} : assiomatica, modello geometrico. Rappresentazione decimale, approssimazione, valore assoluto e disequaglianze collegate.
3. Prodotto cartesiano; insieme \mathbb{R}^2 e suo modello geometrico. Relazioni, funzioni, dominio, immagine; relazioni inverse.
4. Geometria analitica del piano: metrica di \mathbb{R}^2 . Cenni sui cambiamenti di riferimento, coordinate polari. Cerchio.
5. Diverse forme dell'equazione della retta. Coefficiente angolare, angoli tra due rette.
6. Coniche come luoghi geometrici elementari.
7. Aspetti geometrici delle disequazioni di 1° e 2° grado in una o due variabili.
8. Considerazioni generali sulle funzioni da \mathbb{R} in \mathbb{R} : iniettività, funzione inversa, simmetrie, periodicità, intervalli di monotonia, estremi, max. min. relativi.
9. Funzioni algebriche. Funzioni trigonometriche e loro inverse. Funzione esponenziale e logaritmo.
10. Funzioni composte: condizione di esistenza e ricerca di dominio. Successioni limitate e non limitate.
11. Numeri complessi e loro rappresentazione geometrica. Operazioni in \mathbb{C} .
12. Potenze, radici in \mathbb{C} ; risoluzione di equazioni in campo complesso.
13. Logaritmo in campo complesso; formula di Eulero. Funzioni iperboliche e loro inverse.
14. Definizione di limite per funzioni da \mathbb{R} in \mathbb{R} e proprietà elementari. Caso particolare: successioni convergenti e divergenti.
15. Successioni monotone e limitate: costruzione di numeri quali π , e , 2. Teorema di Bolzano Weierstrass. Successioni di Cauchy.
16. Funzioni continue. Tipi elementari di discontinuità. Teoremi sulle funzioni continue su un intervallo limitato, chiuso.
17. Limiti fondamentali; limiti calcolabili tramite algebra dei limiti; teorema di confronto e di sostituzione.
18. Funzioni equivalenti e cenno all'uso dei simboli o ed O . Confronto di infiniti e infinitesimi. Funzioni asintotiche.
19. Definizione di derivata: interpretazione fisica e geometrica. 1ª Formula incremento finito; differenziale.
20. Calcolo derivate fondamentali e regole di derivazione.

21. Derivate di funzioni composte e inverse. Derivate successive.
22. Teoremi di Rolle, Lagrange e applicazioni. Regola dell'Hospital.
23. Sviluppo di Taylor di un polinomio di grado n . Formula di Taylor con resto di Peano e Lagrange. Sviluppi fondamentali.
24. Applicazione della formula di Taylor al calcolo dei limiti.
25. Sviluppi accorciati (cenni).
26. Applicazioni numeriche della formula di Taylor. Cenni sull'approssimazione di funzioni mediante polinomi interpolatori.
27. Massimi, minimi; intervalli di autonomia, concavità, convessità e flessi per funzioni derivabili.
28. Determinazione grafica e numerica di zeri di funzione.
29. Definizione di primitiva e formula fondamentale del calcolo integrale e prime proprietà.
30. Integrazione per somma e per parti. Cenni alle formule di riduzione.
31. Integrazione per sostituzione.
32. Integrazione di funzioni razionali e applicazioni ad esempi di funzioni riconducibili a razionali.
33. Generalità sulle equazioni differenziali del 1° ordine.
34. Equazioni a variabili separabili. Equazioni del 1° ordine omogenee e lineari. Equazioni del 2° ordine riconducibili al 1°.
35. Equazioni del 2° ordine a coefficienti costanti: ricerca dell'integrale generale. Applicazioni fisiche.

ESERCITAZIONI

Esercizi relativi agli argomenti svolti a lezione.

TESTI CONSIGLIATI

E. Marcante - M. Montagnana, *Lezioni di Matematica*, Celid.

A.P. Bruno Longo - L. Emanuele, *Esercizi di Analisi matematica*, Veschi, Roma.

IN461 ANALISI MATEMATICA II

Prof. Paola MORONI

DIP. di Matematica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. ELETTROTECNICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

80

6

Es.

56

4

Lab.

—

—

Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riferimento all'integrazione in più dimensioni, alla risoluzione delle equazioni 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

1. 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.
2. Integrale di una funzione definita su una curva o una superficie. Superficie di rotazione.
3. Forme differenziali lineari. Nozione di forma satta e di integrale di linea di una forma. Teorema di Green.
4. Cenni vettoriali nello spazio. Rotore e divergenza di un campo. Flusso di un campo attraverso una superficie orientata. Teoremi di Gauss e Stokes.
5. Equazioni differenziali: esistenza e unicità della soluzione del problema di Cauchy. Alcune equazioni particolari. Equazioni e sistemi differenziali lineari; proprietà delle soluzioni; caso dei coefficienti costanti.
6. Serie numeriche: proprietà e criteri di convergenza.
7. Serie di funzioni. Diversi tipi di convergenza e criteri relativi. Serie di potenza; raggio di convergenza. Sviluppi di Taylor e Mac Laurin. Applicazioni al calcolo approssimato di integrali e alla risoluzione di equazioni differenziali.
8. Serie di Fourier. Proprietà e criteri di convergenza; esempi di analisi armonica.

ESERCITAZIONI

Parallelamente agli argomenti delle lezioni vengono svolti esercizi in aula e/o (se possibile) su calcolatore.

TESTI CONSIGLIATI

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

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

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

IN019 APPARECCHI ELETTRICI DI COMANDO

Prof. Marialuisa TOSONI

DIP. di Elettrotecnica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Elettronica industriale A e B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

20

2

Lab.

10

—

Il corso si propone di studiare gli apparecchi elettrici che attuano le operazioni di comando delle macchine elettriche nella successione del funzionamento e con riguardo ai valori delle tensioni e delle correnti applicate, in dipendenza anche della dinamica delle macchine elettriche. Tali apparecchiature vengono considerate nelle loro possibilità di attuazione sia di tipo elettromeccanico sia di tipo elettronico.

PROGRAMMA

Algoritmi di sviluppo di sequenze di comando.

Generatori di tensione o di corrente per il corretto funzionamento dinamico delle macchine elettriche.

Attuatori di tipo elettromeccanico ed elettronico.

IN022 APPLICAZIONI ELETTROMECCANICHE

Prof. Francesco DONATI

DIP. di Automatica e Informatica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automatica A - A₁ - B - B₁
Elettrotecnica industriale B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

60

60

—

4

4

—

Il corso inquadra lo studio dei sistemi elettromeccanici in generale e delle macchine elettriche in particolare dal punto di vista della moderna teoria dei sistemi. Tende quindi ad introdurre l'allievo all'uso dei calcolatori analogico e numerico nello studio di specifici problemi elettromeccanici.

Esami propedeutici: Macchine elettriche, Controlli automatici, Elementi di programmazione.

PROGRAMMA

Funzionamento in condizioni transitorie di circuiti elettrici lineari e non lineari. Impostazione matematica del problema attraverso l'uso delle variabili di stato in generale e l'uso delle funzioni di trasferimento nel caso particolare di sistemi lineari. Simulazione numerica di sistemi elettromeccanici. Modelli matematici per lo studio dei fenomeni transitori nelle macchine elettriche rotanti. Controllo numerico di velocità e posizione applicato a motori a corrente continua - e - asincroni. Problemi di stabilità e controllo degli alternatori.

ESERCITAZIONI

Analisi di transitori tipici nei circuiti elettrici. Analisi di particolari sistemi elettromeccanici. Simulazione di fenomeni transitori in una macchina a corrente continua. Simulazione di un sistema di controllo numerico.

TESTI CONSIGLIATI

Dispense in corso di preparazione.

Meisel, *Principles of Electromechanical*, Energy Conversion, McGraw Hill.

IN032 AUTOMAZIONE

Docente da nominare

DIP. di Automatica e Informatica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automatica B e B₁

Impegno didattico

Lez. Es.

Lab.

Annuale (ore)

55

55

—

Settimanale (ore)

4

4

—

Il corso si propone di illustrare gli aspetti più rilevanti dell'automazione e del controllo dei processi industriali con l'impiego di strutture informatiche (concentrate e distribuite). Particolare livello viene dato soprattutto alle fasi della modellistica del processo e della ottimizzazione del controllo trattate da un punto di vista essenzialmente applicativo, cioè mettendo in evidenza, attraverso una serie di esempi, i problemi concreti, più che la presentazione di teorie e metodi propedeutici alle applicazioni.

Il corso si svolgerà attraverso lezioni ed esercitazioni.

È richiesta la conoscenza dei argomenti trattati nei corsi di Controlli automatici e di Sistemi di elaborazione dell'informazione.

PROGRAMMA

Generalità sul controllo dei processi, sul suo rapporto con i controlli automatici e sulla sua evoluzione con particolare riguardo all'uso delle strutture informatiche. Descrizione del funzionamento e delle caratteristiche generali dei sottosistemi impiegati nel controllo dei processi: sensori, strutture di interfaccia verso il calcolatore (multiplexer, convertitori A/D, ecc.), minielaboratori e microprocessori, controllori e attuatori. Sviluppo di tecniche per la costruzione del modello matematico dell'impianto. Esempi di sistemi che coinvolgono processi idraulici, termici, chimici, ecc. Introduzione ai metodi di identificazione dei parametri del modello matematico con l'uso di tecniche deterministiche e statistiche. Introduzione agli aspetti principali del problema della ottimizzazione stazionaria. Analisi di alcuni metodi per il controllo di sistemi dinamici multivariabili, con particolare riferimento alle tecniche del controllo ottimo e della programmazione dinamica, e con esempi di applicazioni.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni saranno dedicate per una metà ai sottosistemi impiegati nel controllo dei processi, allo svolgimento del punto 2 del programma, mentre per l'altra metà verranno impiegate per lo sviluppo, da parte degli studenti divisi in gruppi, di esempi completi di controllo di processi industriali.

TESTI CONSIGLIATI

Per la varietà degli argomenti trattati riesce difficile indicare un unico testo di studio. Una parte del programma è contenuta in:

G. Quazza, *Controllo dei processi*, vol. 1, Clup, Milano, 1979.

IN583 AZIONAMENTI ELETTRICI

Prof. Alfredo VAGATI

DIP. di Elettrotecnica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Elettrotecnica industriale A e B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

6

Es.

—

—

Lab.

20

—

Il corso si propone di analizzare gli azionamenti elettrici aventi prerogative adatte al controllo di posizione. Viene data particolare enfasi all'interazione tra il funzionamento della macchina e la struttura elettronica di potenza che la governa. Vengono presi in esame, oltre ai servomotori D.C. a magneti permanente, le strutture «Brushless» di tipo sincrono ed asincrono, con la relativa modellistica e le filosofia di controllo.

Vengono anche trattati gli azionamenti facenti uso di stepping motors.

Nozioni propedeutiche: Principio di funzionamento delle macchine in c.c.. Nozioni elementari sulle trasformazioni elettromeccaniche dell'energia. Principi di funzionamento dei transistor e degli amplificatori operazionali.

PROGRAMMA

Il controllo di posizione: problematiche realizzative e di controllo.

Il servomotore D.C.: tipi e caratteristiche; modello dinamico modello termico.

Amplificatori lineari e switching per motori D.C., realizzati mediante transistor di potenza.

Il motore sincrono a magneti permanenti: tipi e caratteristiche; modello dinamico.

Struttura elettronica di potenza (a transistor) e filosofia di comando.

Il servomotore asincrono: modello dinamico vettoriale.

Struttura elettronica di potenza (a transistor) e filosofia di comando.

Motori a passo: tipi e caratteristiche.

Strutture di commutazione elettronica per motori a passo.

LABORATORI

È prevista la possibilità di effettuare esercitazioni pratiche su qualche tipo di azionamento, tra quelli sopra citati.

TESTI CONSIGLIATI

Per quel che riguarda gli azionamenti D.C.:

B.C. Kuo - J. Tal, *D.C. Motors and Control Systems*, s.r.l. Publishing Company.

Per quel che riguarda gli azionamenti a Stepping Motors:

B.C. Kuo, *Theory and Application of Step Motors*, West Publishing Co.

IN464 CHIMICA

Prof. Emma ANGELINI

DIP. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. ELETTROTECNICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

90

6

Es.

45

3

Lab.

—

—

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 periodico degli elementi. Il modello atomico di Bohr. L'atomo secondo la meccanica quantistica. 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, nitrili; 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*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.
 M.J. Sienko - R.A. Plane, *Chimica: principi e proprietà*, Piccin, Padova.
 C. Brisi, *Esercitazioni di Chimica*, Ed. 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.

PROGRAMMA

1. Funzionamento del calcolatore.
 2. Descrizione matematica del funzionamento del calcolatore.
 3. La trasformazione.
 4. Descrizione di alcuni componenti del calcolatore.
 5. Problemi dei sistemi di controllo.
 6. Progetto per tempo di accensione di un motore di un aereo.
 7. I sistemi di controllo.
 8. Generalità sui problemi di identificazione di un sistema.
 9. Generalità sui problemi di controllo di un sistema.
 10. La sintesi ottima.
 11. Alcuni problemi di controllo di un sistema.

ESERCITAZIONI

- Le esercitazioni consistono nella impostazione, risoluzione e discussione di problemi di controllo di un sistema.
 In alcune esercitazioni è richiesto di impostare e risolvere problemi di controllo di un sistema.

TESTI CONSIGLIATI

1. A. Brisi, *Chimica generale e inorganica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.
 2. M.J. Sienko - R.A. Plane, *Chimica: principi e proprietà*, Piccin, Padova.
 3. C. Brisi, *Esercitazioni di Chimica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.
 4. P. Silvestroni, *Fondamenti di Chimica*, Librerie Eredi Virginio Veschi, Roma.
 5. L. Rosemberg, *Teoria e applicazioni di Chimica generale*, Collane Schaum, Etas Kompass.
 6. Föllinger, *Linear Abstrakte*, 2. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1967.
 7. Germano, *Digital Control Systems*, Springer Verlag, Berlin, 1961.
 8. Germano, *Principi di Automazione*, Springer Verlag, Berlin, 1974.

IN586 CALCOLO NUMERICO E PROGRAMMAZIONE

Prof. Catterina DAGNINO

DIP. di Matematica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automatica A - A₁ -
Impianti elettrici A -
Macchine elettriche A e B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

80

6

Es.

50

4

Lab.

—

—

Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi le conoscenze di base sui principali metodi per la risoluzione numerica di modelli matematici. Vengono inoltre analizzati algoritmi e presentati i corrispondenti programmi in Fortran.

Il corso comprende lezioni, esercitazioni in aula, esercitazioni al calcolatore.

PROGRAMMA

Aspetti di base dei calcoli numerici.

Aritmetica del calcolatore.

Interpolazione e approssimazione di funzioni.

Differenziazione e integrazione numerica.

Equazioni non lineari e sistemi di equazioni non lineari.

Sistemi di equazioni lineari.

Autovalori e autovettori di matrici.

Equazioni differenziali ordinarie.

Programmazione in linguaggio Fortran.

ESERCITAZIONI

Alcuni complementi alle lezioni. Algoritmi e programmi in Fortran relativi ai metodi numerici studiati nelle lezioni.

LABORATORI

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

TESTI CONSIGLIATIA. Raiston - P. Rabinowitz, *A first course in numerical analysis*, 2^a Ed., McGraw Hill, 1978.G. Monegato, *Calcolo numerico*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1985.

IN065 COMPLEMENTI DI CONTROLLI AUTOMATICI

Prof. Maurizio VALLAURI

DIP. di Automatica e informatica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automatica A - A₁ - B - B₁

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

79

6

Es.

24

2

Lab.

—

—

Il corso si propone di esporre i principi teorici e metodologici del controllo digitale di sistemi dinamici lineari agli Allievi (in particolare elettrotecnici ed elettronici) i quali, dopo avere seguito i corsi fondamentali sui sistemi e controlli, desiderino un complemento agli stessi senza gli approfondimenti offerti da corsi di maggiore specializzazione.

Il piano di svolgimento è di sei ore di lezione e due ore di esercitazioni per settimana. Nozioni propedeutiche: Controlli automatici.

PROGRAMMA

- 1) Fenomeni del campionamento.
- 2) Descrizione matematica del campionamento.
- 3) La trasformazione z.
- 4) Descrizione di sistemi campionati per mezzo della trasformazione z.
- 5) Stabilità dei sistemi campionati.
- 6) Progetto per tempo di assestamento finito («dead beat»).
- 7) I sistemi campionati nello spazio di stato.
- 8) Generalità sui problemi di identificazione di un sistema e sui problemi di stima parametrica.
- 9) Generalità sul controllo di sistemi multivariabili e sul controllo ottimo.
- 10) La stima ottima stocastica, il metodo Hayesiano di stima dei parametri e il filtro di Kalman.
- 11) Generalità sul controllo di sistemi incerti con approssimazione in norma.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consisteranno nella impostazione, risoluzione e discussione dei problemi e nella esposizione di argomenti integrativi del corso di lezioni.

TESTI CONSIGLIATI

Durante il corso gli allievi avranno a disposizione una copia riproducibile di appunti manoscritti sulla materia trattata.

Per i primi sette capitoli il corso si appoggia al testo seguente:

O. Föllinger, *Linear Abtastsysteme*, 2. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1982.

Di ausilio alle altre parti del corso sono i seguenti testi:

R. Isermann, *Digital Control Systems*, Springer Verlag, Berlin, 1981.

R. Isermann, *Prozessidentifikation*, Springer Verlag, Berlin, 1974.

IN584 COMPLEMENTI DI MACCHINE ELETTRICHE

Prof. Mario LAZZARI

DIP. di Elettrotecnica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Elettrotecnica industriale A
Macchine elettriche A e B

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	26	8
Settimanale (ore)	4	2	—

Il corso si propone di prendere in esame i principali tipi di convertitori di energia, con particolare riferimento alla loro utilizzazione per il comando di apparecchiature elettromeccaniche. Di ciascuno vengono esaminate alcune fra le possibili strutture, i circuiti tipici per la realizzazione dei blocchi da cui sono costituiti, le presentazioni ottenibili, i criteri di dimensionamento, le protezioni.

Nozioni propedeutiche: per seguire proficuamente il corso di Macchine elettriche e Apparecchi elettrici di comando, sono utili gli argomenti trattati nel corso di Elettrotecnica industriale, Macchine elettriche (per allievi elettrotecnici).

PROGRAMMA

Gli argomenti principali trattati nel corso sono i seguenti:

- 1) Elementi di logica industriale: Circuiti combinatori. Circuiti sequenziali asincroni. Circuiti sequenziali sincroni. Sintesi di circuiti di comando. Schemi funzionali.
- 2) Brevi richiami sulle principali prerogative del motore a corrente continua: Metodi di avviamento. Metodi di frenatura.
- 3) La conversione DCDC: il chopper. Caratteristiche di funzionamento. Tipi di chopper. Condizionamenti sulla rete e sul carico. Strutture di commutazione, classificazione e dimensionamento.
- 4) Brevi richiami sul motore a induzione: Metodi di avviamento. Metodi di frenatura. Analisi del funzionamento a frequenza variabile. Analisi del funzionamento in regime non sinusoidale.
- 5) Cenni sulle tecniche di conversione AC-AC: il cicloconvertitore.
- 6) La conversione DC-AC: l'inverter di tensione. Analisi del funzionamento. Tecniche di comando. Condizionamenti sulla rete di alimentazione e sul carico. Principali strutture di commutazione. L'inverter di corrente, analisi del funzionamento e delle principali strutture di commutazione.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono in calcoli di funzionamento e di dimensionamento delle principali strutture di convertitori trattate nel corso. Sono previste inoltre esercitazioni al calcolatore analogico e numerico per la simulazione di alcuni sistemi convertitore, macchina ad esercitazioni di laboratorio.

TESTI CONSIGLIATI

- H. Buehler, *Electronique de réglage et de commande*, Ed. Georgi, 1979.
H. Buehler, *Electronique de puissance*, Ed. Georgi, 1979.
Filtzgerald Kinsley, *Electrical Machinery*, McGraw Hill.

IN072 COMPLEMENTI DI MATEMATICA

Prof. Pier Paolo CIVALLERI

DIP. di Elettronica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

85 — —

6 — —

Scopo del corso è di fornire i supporti magnetici per l'analisi delle reti elettriche e dei campi elettromagnetici e, più in generale, dei sistemi lineari invarianti in regime comunque variabile.

Nozioni propedeutiche: Analisi I, Analisi II, Geometria, Fisica I, Fisica II, Meccanica razionale, Elettrotecnica I.

PROGRAMMA

Funzioni di variabile complessa.

Trasformazioni conformi.

Integrazione.

Sviluppi in serie, prosecuzione analitica e comportamento di funzioni analitiche.

Applicazioni al calcolo integrale.

Funzione gamma e funzioni di Bessel.

Distribuzioni.

Convoluzione.

Introduzione alla teoria dei sistemi.

Trasformazione di Fourier di funzioni.

Trasformazione di Fourier di distribuzioni.

Trasformata di Laplace di funzioni.

Trasformata di Laplace di distribuzioni.

Applicazioni e uso delle trasformate.

Equazioni alle derivate parziali.

TESTI CONSIGLIATI

G.C. Teppati, *Complementi di matematica*, 2 voll., Torino, 1982.

LABORATORI

Utilizzo di programmi di simulazione e di programmi di progetto assistito da calcolatore.

TESTI CONSIGLIATI

Sono disponibili gli appunti del corso scritti dal docente. Eventuali testi complementari sono consigliati durante lo svolgimento del corso.

IN082 CONTROLLI AUTOMATICI

Prof. Giovanni FIORIO

DIP. di Automatica e Informatica

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale (ore)

72

40

—

Settimanale (ore)

6

4

—

Il corso di Controlli automatici è rivolto sia all'analisi di sistemi fisici, con lo scopo di determinarne le leggi di funzionamento dinamico, sia al progetto degli organi di controllo per tali sistemi.

Nozioni prepedeutiche: Elettrotecnica, Complementi di matematica.

PROGRAMMA

- 1) Il problema del controllo automatico.
- 2) Costruzione di modelli di sistemi fisici. Significato e attributi qualitativi di un modello matematico. Rappresentazione grafica (schemi a blocchi, grafi di flusso). Modelli matematici per sistemi elettrici, meccanici, elettromeccanici, termici, idraulici e pneumatici.
- 3) Elementi di analisi di segnali e di modelli matematici. L-trasformate e tecniche di anti-trasformazione. Cenni su processi stocastici e dinamica statica. Variabili di stato non fisiche. Analisi frequenziali. Discretizzazione della variabile tempo. Proprietà strutturali.
- 4) L'incertezza nei modelli di sistemi e di segnali. Incertezza parametrica e additiva; sensitività.
- 5) Dinamica di sistemi monovariabili con retroazione. Criteri di Routh e di Nyquist; margine di stabilità. Luogo delle radici.
- 6) Specifiche per il progetto dei sistemi di controllo. Specifiche su: rapidità di risposta e stabilità relativa, precisione a regime, effetto dei disturbi e dell'incertezza, sicurezza.
- 7) Strutture particolari di sistemi di controllo monovariabili. Compensazione in cascata e in retroazione; retroazione dalle variabili di stato e da uscite secondarie; filtraggio del riferimento e misure sui disturbi.
- 8) Progetto del controllo per sistemi monovariabili. Progetto di un compensatore in cascata a banda integrativa, derivativa, integro-derivativa, e di altre forme. Progetto del compensatore per retroazione degli stati o dalle uscite secondarie. Progetto di altri tipi di compensatore di forma prefissata. Orientamenti per la scelta della forma del compensatore e della struttura del sistema di controllo.

TESTI CONSIGLIATI

Controlli automatici con elementi di teoria dei sistemi, Clut, Torino, 1983.

D'Azzo - Houpis, *Linear Control System Analysis and Design*, McGraw Hill, New York.

Marro, *Controlli automatici*, Zanichelli, Bologna.

Isidori, *Sistemi di controllo*, Siderea, Roma.

IN087 CONTROLLO DEI PROCESSI

Prof. Donato CARLUCCI

DIP. di Automatica e Informatica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automatica A e A₁

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

Il corso ha come obiettivo quello di preparare il futuro ingegnere alla progettazione di sistemi di controllo dei processi anche di tipo complesso quali ad esempio il traffico veicolare urbano, una rete elettrica interconnessa, un manipolatore industriale a movimenti in coordinate polari, un satellite artificiale. Nel corso vengono esposte le metodologie di controllo in catena chiusa con particolare riguardo sia verso gli aspetti di incertezza sulla conoscenza del processo in esame sia verso gli aspetti di implementazione del progetto.

Il corso si articola in lezioni, esercitazioni e laboratorio incentrato su esempi di progettazione assistata da calcolatore.

Sono corsi propedeutici: Teoria dei sistemi e Controlli automatici.

PROGRAMMA

Richiami sugli obiettivi del controllo ed esposizione del problema del controllo per sistemi dinamici a molti ingressi e molte uscite (multivariabili).

Descrizione delle tecniche di progetto del controllo per sistemi multivariabili nel dominio della frequenza: sistemi diagonal dominanti ed uso delle bande di Gershgorin; sistemi non dominanti ed uso del teorema di Nyquist; sistemi incerti d uso combinato delle tecniche conosciute. Descrizione delle tecniche di progetto del controllo per sistemi multivariabili nel dominio del tempo: tecniche di piazzamento dei poli del sistema in catena chiusa attraverso retroazione delle variabili di stato, algoritmi relativi; tecniche di piazzamento dei poli del sistema in catena chiusa attraverso la retroazione statica e dinamica dell'uscita, algoritmi relativi; trattamento dell'incertezza e modifiche delle specifiche del controllo per tenere in conto dell'incertezza con cui è noto il processo.

Sistemi a grandi dimensioni: formulazione dei problemi di controllo e descrizione di tecniche di progetto che tengano in conto delle comunicazioni fra sottosistemi.

Controllo gerarchico. Affidabilità, valutazione dei costi hardware e software.

ESERCITAZIONI

Sono svolte in aula; in questa sede gli allievi eseguono passo per passo il lavoro di descrizione del processo, di definizione delle specifiche di progetto, di scelta di trasduttori ed attuatori, giungendo al progetto completo.

LABORATORI

Utilizzo di programmi di simulazione e di programmi di progetto assisto da calcolatore.

TESTI CONSIGLIATI

Sono disponibili gli appunti del corso scritti dal docente. Eventuali testi complementari sono consigliati durante lo svolgimento del corso.

IN093 COSTRUZIONE DI MACCHINE

Prof. Graziano CURTI

DIP. di Meccanica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Elettrotecnica industriale B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

80

6

Es.

60

4

Lab.

—

—

Il corso si propone di fornire agli allievi gli insegnamenti metodologici e le nozioni tecniche necessari per affrontare il problema della progettazione in campo meccanico. Nel corso vengono trattati argomenti di carattere generali quali il comportamento a fatica, lo scorrimento a caldo e lo smorzamento interno dei materiali, le vibrazioni flessionali e torsionali e le velocità critiche degli alberi rotanti e argomenti di carattere particolare riferiti ai principali organi di macchine.

Il corso prevede lezioni ed esercitazioni.

Nozioni propedeutiche: Scienza delle costruzioni, Meccanica applicata, Disegno meccanico.

PROGRAMMA

Materiali e loro caratteristiche.

La resistenza dei materiali a fatica e allo scorrimento.

Tensioni principali, stati biassiali e triassiali di tensione, ipotesi di rottura.

Effetti di intaglio.

Saldature: resistenza statica e a fatica.

Collegamenti forzati.

Chiavette, linguette, accoppiamenti scanalati.

Filettature, viti e bulloni.

Molle.

Risultati della teoria di Hertz.

Cuscinetti generalità e montaggio degli stessi.

Assi e alberi.

Giunti: generalità; giunti rigidi, semirigidi, elastici, giunti cardanici.

Innesti: generalità; innesti a denti, innesti a frizione (piana, conica), innesti centrifughi e ruote libere.

Ingranaggi ad evolvente; ruote a denti dritti ed elicoidali, normali e corrette; ruote coniche: condizioni geometriche-cinematiche e verifiche di resistenza.

Dischi rotanti a forte velocità e sottoposti a gradienti termici.

Tubi spessi.

Vibrazioni flessionali e velocità critiche di sistemi a masse concentrate e distribuite.

Oscillazioni torsionali.

Valvole ed organi di intercettazione.

ESERCITAZIONI

Consiste nella progettazione di un gruppo meccanico, normalmente destinato ad applicazioni in campo nucleare, e comprende un dimensionamento di massima (disegno e calcoli) degli organi principali del gruppo.

TESTI CONSIGLIATI

R. Giovannozzi, *Costruzione di Macchine*, vol. 1 e 2, Ed. Pàtron, Bologna.

IN018 COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE

Prof. Carlo ZIMAGLIA

DIP. di Elettrotecnica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZ: Macchine elettriche A e B

Elettrotecnica industriale C

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

80 20 —

6 2 —

Il corso è rivolto a integrare la formazione progettuale e costruttiva sulle macchine elettriche con quella sulla configurazione e fruizione ottimali dei sistemi elettromeccanici considerati nella loro struttura e nei loro componenti, come uno dei compiti primari sui quali dovrà più frequentemente esplicarsi la responsabilità del futuro ingegnere elettrotecnico nei moderni contesti industriali. Pertanto l'approfondimento delle tematiche di realizzazione ed esercizio delle macchine elettriche costituisce la base per:

- allargare il panorama elettromeccanico alla considerazione di elementi e dispositivi al di fuori dell'ambito delle macchine elettriche tradizionalmente intese;
- inquadrare tale panorama nell'ottica generale dei sistemi elettrici industriali, come entità complesse finalizzate al conseguimento di prestabiliti obiettivi in ordine alla loro realizzazione e gestione e alle caratteristiche quantitative e qualitative del prodotto;
- dare spazio a problematiche particolarmente attuali e significative dei sistemi elettromeccanici sotto gli aspetti struttura e gestione (affidabilità-energetica), nonché agli strumenti operativi avanzati a disposizione in fase di progetto e realizzazione (CAD/CAM).

Materie propedeutiche: Elettrotecnica, Meccanica applicata, Istituzioni di elettromeccanica, Macchine elettriche, Controlli automatici.

PROGRAMMA

- Panorama sugli sviluppi recenti o in corso nell'elettromeccanica, con particolare rilievo a quella di piccola e media potenza, e connessioni con gli sviluppi in settori collaterali (elettronica industriale).
- CAD/CAM; la conduzione programmata del progetto, fabbricazione, gestione, e relative implicazioni sulle filosofie produttive.
- Esame degli elementi principali che orientano la scelta, determinano il dimensionamento, qualificano il funzionamento di un componente elettromeccanico: caratteristiche operative a regime; riscaldamento; rendimento e fattore di potenza, o parametri equivalenti; risposta dinamica in ciclo aperto.
- Estensione dei concetti e delle valutazioni precedenti al complesso integratore convertitore-componente elettromeccanico.
- Introduzione di elementi di valutazione a livello generale di sistema, con particolare riguardo alla problematica energetica.
- Concetti e algoritmi di affidabilità nell'ottica dei sistemi elettromeccanici.
- Considerazione di settori applicativi specifici (trazione - siderurgia - comando macchine utensili - robotica - utenze privilegiate, ecc.).

ESERCITAZIONI

Approfondimento esemplificato di argomenti trattati a lezione, principalmente in merito a particolari applicazioni.

TESTI CONSIGLIATI

Verranno volta per volta indicate pubblicazioni specialistiche a seconda degli argomenti trattati.

IN509 DISCIPLINA GIURIDICA DELLE ATTIVITÀ TECNICO-INGEGNERISTICHE

Prof. Luciano ORUSA (1° e 2° corso)

DIP. di Ingegneria dei Sistemi Edilizi e Ter-
ritoriali

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Impianti B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

52

4

Es.

10

2

Lab.

—

—

Il corso costituisce una forma istituzionale di approccio alle materie giuridiche per i futuri ingegneri. Accanto alle nozioni istituzionali di carattere generale viene però sviluppato un complesso di nozioni specifiche relative alle attività professionali degli ingegneri, raggiungendovi da tali punti un certo approfondimento specialistico.

PROGRAMMA

Il programma comprende le principali nozioni circa i concetti di diritto e di stato, nonché intorno al diritto di famiglia e a quello delle successioni; in forma più ampia ed approfondita si studiano invece i diritti reali e le obbligazioni (con particolare riferimento al contratto di appalto). In materia di Società viene esaminata con particolare cura la Società per azioni. Analoga attenzione è dedicata ai concetti di marchio, azienda, ditta, invenzione industriale. Viene altresì esaminata la tutela dei diritti, con le nozioni fondamentali circa la giurisdizione civile ordinaria, e il regime delle prose. Particolare ampiezza è dedicata alla disciplina del fallimento, e delle altre procedure concorsuali. Particolare ampiezza è altresì rivolta agli atti amministrativi, alla tutela nei confronti dell'a.p. ed all'apparato pubblico. Circa le specifiche attività professionali degli ingegneri, si esaminano le norme e i principi regolanti la redazione dei progetti edilizi, e la loro realizzazione (norme sui cementi armati, norme sulle zone sismiche) ed i principi su cui si basano le responsabilità dell'ingegneria all'interno delle grandi imprese, con particolare riferimento ai danni cagionati dal prodotto.

ESERCITAZIONI

Periti e perizie, responsabilità del progettista e del direttore dei lavori, responsabilità penali dell'ingegnere, norme deontologiche.

TESTI CONSIGLIATI

Savino, *Elementi di diritto*, (agg. Orusa-Cicala), Ed. Giorgio.

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

È consigliato l'acquisto di un codice civile.

IN468 DISEGNO

Docente da designare

IST. di Tecnologia Meccanica

I ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

1° e 2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

30

120

—

Corso di Laurea: ING. ELETTROTECNICA

Settimanale (ore)

1

4

—

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.

Dimensioni normali 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).

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

Mandelli, *Il disegno tecnico*, vol. 1, Paravia, Torino, 1983.

IN127 ECONOMIA E TECNICA AZIENDALE

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

V ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	58	56	—
INDIRIZZO: Macchine elettriche B	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 operative (programmazione lineare, tecniche reticolari, teoria delle code, metodi di simulazione).

PROGRAMMA

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. 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. Il 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. La pianificazione dell'evoluzione e dello sviluppo dell'impresa. Questa parte tratta in particolare dell'individuazione, valutazione e scelta degli investimenti in relazione ai piani di evoluzione e di sviluppo. Sintesi della posizione economico-finanziaria 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 corte. Dimensionamento di servizi con metodi di simulazione. Tempi e metodi di lavorazione; abbinamento macchine; campionamento statistico del lavoro. Controllo statistico 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.

IN153 ELETTROTECNICA I

Prof. Per Paolo CIVALLERI

DIP. di Elettronica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. ELETTROTECNICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

85

6

Es.

—

—

Lab.

—

—

Il corso ha lo scopo di fornire le basi concettuali della teoria dei circuiti e dei campi elettrici, magnetici e di corrente in regime quasi stazionario nonché le basi concettuali del campo elettromagnetico comunque variabile.

Nozioni propedeutiche: Analisi I, Analisi II, Geometria, Fisica I, Fisica II, Meccanica razionale.

PROGRAMMA

Considerazioni introduttive.

Rappresentazione delle grandezze funzione del tempo.

Tensione elettrica, corrente elettrica, potenza elettrica.

Bipoli ideali.

Bipoli in serie e in parallelo.

Reti di bipoli normali.

Sistemi trifasi.

Bipoli anomali.

Campi vettoriali.

Campo di corrente stazionario.

Campo elettrico stazionario e quasi stazionario.

Campo magnetico stazionario e quasi stazionario.

Azioni meccaniche.

TESTI CONSIGLIATI

P.P. Civalleri, *Elettrotecnica*, Torino, 1981.K. Kupfmüller, *Einführung in die Theoretische Elektrotechnik*, Berlin, 1979.G. Somenzi, *Elementi di Elettrotecnica*, Padova, 1980.G. Fiorio - A.R. Meo, *Elettrotecnica*, Torino, 1981.

IN139 ELETTRONICA APPLICATA

Docente da nominare

DIP. di Elettronica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso ha lo scopo di fornire gli elementi di base che consentono di analizzare il funzionamento di circuiti contenenti dispositivi elettronici sia in regime statico che dinamico. Lo studio dei circuiti è impostato sulla sostituzione del dispositivo elettronico con un modello circuitale i cui parametri sono correlati (in modo approssimato ma sufficientemente orientativo) col fenomeno fisico che è alla base del funzionamento del dispositivo. Sono analizzati i più comuni circuiti a diodi, transistori, amplificatori, operazionali in applicazioni lineari e non lineari con particolare attenzione ad una corretta utilizzazione delle loro caratteristiche essenziali. Nozioni propedeutiche: essenziale la conoscenza dell'Elettrotecnica I; utile aver frequentato Complementi di matematica e Controlli automatici.

PROGRAMMA

Richiami di analisi di circuiti lineari. Studio di una rete in regime generico (richiami della trasformata di Laplace). Funzioni di rete generalizzate (zeri e poli) e loro rappresentazioni grafiche (diagrammi di Bode). Cenni di elettronica dello stato solido. Meccanismi di conduzione nei semiconduttori e giunzione p-n. Modelli statici di diodi raddrizzatori e diodi zener. Modello incrementale di un diodo raddrizzatore e di un diodo zener. Esempi di applicazioni di diodi: porte a diodi, circuiti di raddrizzamento, circuiti con diodi zener. I transistori bipolari. Funzionamento e caratteristiche dei transistori. Influenza termica sulle caratteristiche: dissipazione termica, esempi di calcolo di un dissipatore. Modello statico di un transistoro funzionante in zona attiva e circuiti di polarizzazione. Modello incrementale del transistoro bipolare. Analisi circuitale dei tipi fondamentali di stadi amplificatori a transistori comportamento a bassa ed alta frequenza di un amplificatore RC monostadio. Amplificatori a più stadi. Amplificatori per larghi segnali: amplificatori di potenza in classe A, B, C. Amplificatori per grandezze continue. Amplificatore con reazione. Applicazioni della controeazione ad un amplificatore operazionale. Stabilità di un amplificatore controeazionario e metodi di compensazione.

TESTI CONSIGLIATI

Millman - Halkias, *Integrated Electronics*, McGraw Hill.

Millman, *Microelettronica*, McGraw Hill.

A. Attisani, *Elettronica applicata*, Cusl, Torino.

LABORATORI

IN154 Elettrotecnica II

Prof. Luigi PIGLIONE

DIP. di Elettrotecnica

III ANNO
1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	40	—
Settimanale (ore)	6	2	—

Il corso si propone di approfondire tematiche svolte nel corso di Elettrotecnica I considerando anche gli aspetti applicativi, che costituiscono la base dei corsi successivi nel campo delle Macchine e degli Impianti elettrici.

Nozioni propedeutiche: Analisi matematica I e II, Fisica I e II, Elettrotecnica I, Complementi di matematica.

PROGRAMMA

Complementi di teoria delle reti: metodi di risoluzione con le equazioni alle maglie e ai nodi. Diagrammi circolari di bipoli e caratteristiche di comportamento in frequenza. Condizioni di fisica realizzabilità dei bipoli passivi.

Doppi bipoli: equazioni e parametri con relative equazioni di trasformazione. Impedenze di ingresso e uscita, funzioni di trasferimento.

Filtri: classificazione e generalità sul loro impiego nei circuiti. Filtri passivi a parametri concentrati. Condizioni di fisica realizzabilità e metodi di progetto di filtri passa-basso, passa-alto, passa-banda.

Linee elettriche: modello di linea elettrica e equazione dei telegrafisti. Linea senza perdite, condizioni di Heaviside. Propagazione delle onde di tensione e di corrente, impedenza caratteristica e di ingresso, sovratensioni. Linee in regime sinusoidale: equazioni, onde dirette, onde riflesse e fattore di riflessione. Regolazione della tensione all'uscita. Parametri di esercizio di una linea trifase.

Campi elettrostatici: richiami sulle grandezze specifiche e sulle loro proprietà. Equazioni di Laplace. Superfici equipotenziali e linee di flusso. Campi risolvibili mediante trattazione analitica. Capacità: richiami e calcolo di capacità di sistemi interessanti le applicazioni.

Campi di corrente: richiami sulle grandezze specifiche e sulle loro proprietà. Alcuni esempi di campi interessanti le applicazioni. Analogie con i campi elettrostatici. Calcolo della conduttanza.

Campi magnetici: richiami sulle grandezze specifiche e sulle loro proprietà. Legge di Biot e Savart; leggi generali sul calcolo di campi magnetici. Alcune applicazioni di interesse pratico. Azioni elettromagnetiche e azioni elettrodinamiche. Metodi generali di calcolo. Alcune applicazioni di interesse pratico. L'effetto pelle sui conduttori e valutazione delle perdite per correnti parassite.

ESERCITAZIONI

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

TESTI CONSIGLIATI

L. Piglione, *Elettrotecnica II*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.

Kupfmüller, *Fondamenti di Elettrotecnica*, Utet, Torino, 1973.

IN472 FISICA I

Prof. Alfredo STRIGAZZI

DIP. di Fisica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. ELETTROTECNICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

75

29

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; analisi dimensionale; valutazione dell'incertezza in misurazioni indirette.

Interpretazione ed uso dei vettori in Fisica. Vettori polari e vettori assiali.

Cinematica del punto: velocità e accelerazione nei moti rettilinei e curvilinei; componenti intrinseche dell'accelerazione. Moto relativo. Classi di riferimento inerziali. Relatività galileiana. Cenni di cinematica in relatività ristretta.

Dinamica del punto: forza, massa, quantità di moto, leggi di Newton in riferimenti inerziali. Teorema dell'impulso. Conservazione delle quantità di moto; forze di campo (gravità e forze elastiche), vincoli e attriti.

Forze d'inerzia (pseudoforze). Lavoro; teorema dell'energia cinetica; potenza. Campi conservativi ed energia potenziale. Teorema di conservazione dell'energia. Cenni di dinamica del punto in relatività ristretta.

Dinamica dei sistemi: centro di massa; conservazione della quantità di moto e dell'energia. Momento meccanico (di una forza, e di una coppia). Momento angolare. Teorema dell'impulso del momento. Conservazione del momento angolare. Moto nel sistema del centro di massa; urti. Sistemi classici a massa variabile. Momento d'inerzia e dinamica rotatoria dei corpi rigidi. Statica dei corpi rigidi; statica dei fluidi.

Moto armonico; oscillazioni smorzate, forzate e risonanza; cenni alle onde elastiche. Effetto Doppler.

Dinamica dei fluidi perfetti; tensione superficiale.

Campo gravitazionale e leggi del moto planetario.

Termometria: dilatazione termica; scale di temperatura; teoria cinetica di 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: 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 su: misurazione dell'accelerazione di gravità, del periodo del pendolo in funzione della lunghezza e dell'elongazione (computer on line), studio dell'urto anelastico, delle oscillazioni armoniche libere e forzate (rotaia a cuscino d'aria).

TESTI CONSIGLIATI

Nella scelta dei testi, fra quelli sottoelencati, gli studenti seguano le indicazioni dei docenti dei rispettivi corsi:

Lovera - Minetti - Pasquarelli, *Appunti di Fisica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1977.

Halliday - Resnick, *Fisica*, Parte 1^a, Abrosiana, Milano, 1978.

Alonso - Finn, *Elementi di Fisica per l'Università*, vol. 1, Masson, Milano, 1982.

Minetti - Pasquarelli, *Esercizi di Fisica I*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1971.

M. Balkanski - C. Sebenne, *Fisica*, Utet, Torino.

Rosati - Casali, *Problemi di Fisica generale*, Ambrosiana, Milano, 1983.

TESTI CONSIGLIATI

1. Pigozzi, *Elettrotecnica II*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.

LABORATORI

Esercizi a coppia in laboratorio su: variazione dell'accelerazione di gravità del periodo del pendolo in funzione della lunghezza e dell'elongazione (computer on line), studio dell'autoeccitazione delle oscillazioni armoniche libere e forzate (analisi a circuito d'area).

IN484 FISICA II

Prof. Angelo TARTAGLIA

DIP. di Fisica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. ELETTROTECNICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

84

6

Es.

30

2

Lab.

10

2

(quindicinale)

Finalità del corso è l'approfondimento dei fondamenti dell'elettromagnetismo e dell'ottica. Si espongono le leggi sperimentali riguardanti l'interazione tra cariche ferme e in moto rispetto all'osservatore sintetizzate infine nelle equazioni di Maxwell. Da queste ultime si ricavano le leggi di propagazione dell'onda elettromagnetica. Si espongono i principali fenomeni fisici legati alla propagazione della luce onde elettromagnetica e infine i fondamenti dell'ottica geometrica. Il corso è affiancato da esercitazioni orali e di laboratorio. Integrativamente è perseguito lo scopo di stimolare nello studente l'acquisizione delle metodologie generali della fisica come scienza applicata.

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

Nozioni svolgerà con lezioni, esercitazioni orali, laboratori. Nozioni svolgerà con lezioni, esercitazioni orali, laboratori. Nozioni svolgerà con lezioni, esercitazioni orali, laboratori. Nozioni svolgerà con lezioni, esercitazioni orali, laboratori.

PROGRAMMA

Elettrostatica nel vuoto. Proprietà elettriche della materia. Fenomeni di conduzione e correnti elettriche in condizioni stazionarie. Campi magnetici stazionari. Moto di cariche in campi elettrici e magnetici stazionari. Proprietà magnetiche della materia. Campi elettromagnetici dipendenti dal tempo e loro equazioni fondamentali. Onde ed onde elettromagnetiche. Propagazione della luce in mezzi isotropi. Ottica geometrica col metodo matriciale. Fenomeni interferenziali. La diffrazione. Propagazione della luce in materiali anisotropi.

ESERCITAZIONI

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

LABORATORI

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

TESTI CONSIGLIATI

A. Tartaglia, *Elettromagnetismo e ottica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1981.

R. Feynman - R. Leighton - M. Sands, *La Fisica di Fenman*, vol. 1 e 2, Addison Wesley, Malta, 1970.

A. Tartaglia, *270 esercizi svolti di Elettromagnetismo e Ottica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1982.

IN177 FISICA TECNICA

Prof. Alfredo SACCHI

DIP. di Energetica

III ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	70	60	10
Settimanale (ore)	4	4	—

Scopo del corso è: fornire le basi progettuali per il calcolo degli impianti di illuminazione - fornire qualche nozione di acustica -, dare le basi di termodinamica, moto dei fluidi e trasmissione del calore indispensabili per la progettazione delle macchine termiche e degli impianti termoelettrici.

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

Nozioni propedeutiche: Ottica, Calorimetria e termodinamica della Fisica I.

PROGRAMMA

Illuminazione. Sorgenti di luce naturali ed artificiali. Calcolo dell'illuminamento per sorgenti puntiformi, lineari, di superficie e di volume. Calorimetria ed abbagliamento. Acustica architettonica. Definizioni. Criteri di valutazione del livello acustico di un rumore, del disturbo e del danno all'apparato uditivo. Intelligibilità. Assorbimento acustico. Proprietà acustiche degli ambienti chiusi. Isolamento acustico di locali, macchine e condotti di ventilazione. Misure acustiche. Termodinamica. Generalità. Gas ideali: leggi fondamentali, trasformazioni, cicli, gas reali. Vapori: trasformazioni, diagrammi e cicli termodinamici per impianti termoelettrici e frigoriferi. Miscele di aria e di vapore: cenni di impianti di condizionamento dell'aria. Trasmissione del calore. Conduzione, convezione, irraggiamento e miscela. Trasmissione del calore attraverso pareti piane, cilindriche ed alettate. Scambiatori di calore. Spunti di seconda approssimazione per la convezione del calore. Moto dei fluidi. Equazione generale del moto. Resistenze di attrito. Efflusso degli aeriformi. Misure di portata. Iniettori ed eiettori. Riscaldamento ad acqua calda. Camini, ventilazione. Generatori di vapore. Descrizione dei principali tipi realizzati. Resistenza organica. Moto dei fluidi. Equazione generale del moto. Resistenze d'attrito. Efflusso. Misure di portata. Camini. Generatori di vapore. Descrizione dei principali tipi.

ESERCITAZIONI

Di calcolo. Illuminazione di una strada, campo sportivo o interno. Progetto acustico di una sala. Ciclo turbina a gas. Impianto termoelettrico a vapore e componenti degli stessi.

LABORATORI

Misure di illuminamento, acustiche, psicrometriche, di conduttanza termica di portata.

TESTI CONSIGLIATI

Brunelli - Codegone, *Corso di Fisica tecnica.*

IN475 GEOMETRIA I

Docente da nominare

DIP. di Matematica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. ELETTROTECNICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

80

6

Es.

52

4

Lab.

—

—

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 curva 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 fonamentale, 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. Le-vrotto & Bella, Torino.

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

IN206 IDRAULICA

Prof. Enzo BUFFA

IST. di Idraulica e Costruzioni idrauliche

V ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

1° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

50

46

8

Settimanale (ore)

4

4

—

Il corso la cui finalità è di fornire le nozioni fondamentali sulla Meccanica dei fluidi, in particolare dei liquidi pesanti, tratta dei tre capitoli fondamentali della Meccanica: (idro) statica, cinematica, dinamica, con particolare estensione del capitolo della dinamica, relativamente ai moti permanenti, con caratteristiche cioè indipendenti dal tempo.

Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, laboratori.

Nozioni propedeutiche: è richiesto il superamento degli esami di Analisi matematica I e II nonché di Meccanica razionale.

PROGRAMMA

Premesse. Oggetto dell'idraulica. Proprietà fisiche dei fluidi (in particolare dei liquidi). Richiami sui sistemi di misura. Richiami di meccanica.

Idrostatica. Pressioni e carichi di fluidi in quiete. Spinte. Equazioni globali dell'equilibrio idrostatica.

Moto di liquidi con sole trasformazioni di energia meccanica o con dissipazioni localizzate.

Teorema di Bernoulli. Teorema della quantità di moto. Applicazioni.

Teorema dell'analisi dimensionale.

Resistenze distribuite. Moto laminare e moti turbolenti.

Moti di filtrazione.

Moto permanente nelle condotte in pressione.

Moto permanente nei canali a pelo libero.

Moto vario. Moto vario di correnti a pelo libero (cenni). Moto vario nelle condotte in pressione (colpo d'ariete). Altri problemi di moto vario. Equazioni generali del moto di fluidi (Navier-Stokes) e loro applicazioni.

ESERCITAZIONI

Consistono in esercizi, numerici o letterali di applicazione agli argomenti trattati nelle precedenti lezioni.

LABORATORI

Vengono fatti n. 2 laboratori durante il corso, ciascuno di 4 ore, a squadre, riassumendo i fenomeni più tipici.

TESTI CONSIGLIATI

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

IN216 IMPIANTI ELETTRICI

Prof. Roberto POME'

DIP. di Elettrotecnica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

78

6

Es.

—

—

Lab.

—

—

L'obiettivo del corso consiste nel rendere disponibile per gli allievi una descrizione completa e coordinata delle regole di progettazione, installazione, esercizio degli impianti di distribuzione di media e bassa tensione; una particolare attenzione è prestata ai problemi di affidabilità, economicità, sicurezza, risparmio energetico. Il corso sarà articolato in lezioni, esercitazioni, largo spazio sarà dato a visite di impianti e di aziende specializzate.

Nozioni propedeutiche: Elettrotecnica I, Elettrotecnica II, Complementi di matematica.

PROGRAMMA

Considerazioni generali sui sistemi di trasporto e distribuzione.

Reti degli enti distributori.

Strutture. Principali componenti.

Reti di utente. Strutture tipiche. Principali componenti.

Problemi impiantistici. La progettazione, la gestione.

Obiettivi generali: affidabilità, sicurezza, riduzione dei costi, risparmi energetici.

Classificazione dei componenti delle reti di distribuzione M.T., criteri di selezione e di proporzionamento.

Classificazione dei componenti delle reti di distribuzione B.T., criteri di selezione e di proporzionamento.

I sistemi di protezione. Problemi di sicurezza.

Normative.

Criteri di prova e collaudo.

ESERCITAZIONI

Esempi di calcoli di progetto. Applicazioni. Analisi di documentazione tecnica. Visite ad impianti e laboratori di costruttori.

LABORATORI

TESTI CONSIGLIATI

Elettrotecnica I, Elettrotecnica II, Complementi di matematica.

IN218 IMPIANTI ELETTRICI II

Prof. Bassano COLOMBO

DIP. di Elettrotecnica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Impianti A e B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

78

6

Es.

26

2

Lab.

—

—

Finalità del corso è la formazione dell'ingegnere impiantista a cui devono essere fornite nozioni sia sullo studio dei funzionamenti stazionari e dinamici dei sistemi elettrici, sia sulla progettazione degli impianti e dei materiali. Il corso approfondirà i criteri e le tecniche sulla sicurezza per le persone e le cose.

Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni, consultazione di materiale (progetti esecutivi), visita agli impianti.

Nozioni propedeutiche: Elettrotecnica, Complementi di matematica, Elettrotecnica II, Macchine elettriche, Impianti elettrici.

PROGRAMMA

Strutture sulle reti di trasporto, di distribuzione ad alta e media tensione e dei servizi ausiliari degli impianti di produzione. Schemi degli impianti e disposizione del materiale elettrico. Circuiti equivalenti alle macchine (sincrone, asincrone, trasformatori, compensatori statici, ecc.) alle linee, ai reattori, ai condensatori e ai carichi per gli studi del loro comportamento statico e dinamico e dei funzionamenti dei sistemi (regolazione della tensione, ripartizione dei carichi, stabilità alle piccole e grandi variazioni, sovratensioni di manovra, tensioni di ritorno, correnti di corto circuito).

I campi di corrente nel suolo: progettazione e verifica degli impianti di terra.

I campi elettrici ed elettromagnetici in aria ed al suolo: criteri per limitare e controllare le interferenze.

Le sovratensioni di lunga durata ed impulsive atmosferiche e di manovra: aspetti probabilistici del loro insorgere negli impianti, criteri di verifica degli isolamenti, problemi di dimensionamento degli isolamenti in aria e di coordinamento degli isolamenti del materiale.

I campi termici ed elettrodinamici: problemi connessi alle elettrocondutture (cavi, linee aeree, connessioni, sbarre).

Apparecchi e sistemi di manovra e protezione: loro caratteristiche funzionali, criteri di coordinamento dei loro funzionamenti.

ESERCITAZIONI

Esempi di disposizione elettromeccanica degli impianti, calcoli di progetto e di verifica dei funzionamenti dei sistemi.

LABORATORI

Visite a una stazione ad AT/MT e a una centrale di produzione.

TESTI CONSIGLIATI

Illiceto, *Impianti elettrici*.

Colombo, *Funzionamento in c.c. delle macchine sincrone*.

Berno, *Impianti elettrici* (appunti).

Colombo, *Appunti in distribuzione*.

Rivista CIGRE, Transaction IEEE.

IN219 IMPIANTI IDROELETTRICI

Prof. Paolo MOSCA

IST. di Idraulica e Costruzioni idrauliche

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Impianti B

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	52	2
Settimanale (ore)	4	4	—

Il corso di impianti idroelettrici si propone di dare allo studente gli elementi indispensabili alla individuazione delle risorse idroelettriche, alla scelta ed alla fattibilità degli impianti ed alla progettazione di massima delle varie opere che li costituiscono. Il corso si svolgerà con lezioni, esercitazioni (di tipo progettuale) e visite di istruzione. Sono propedeutici al corso quelli di Idraulica, Scienza delle costruzioni, Elettrotecnica I e Macchine.

PROGRAMMA

Idrologia: afflussi deflussi, rete idrografica, bacini, bilanci idrologici, elaborazioni idrologiche necessarie alla conoscenza delle disponibilità idriche per gli impianti.

Dighe: classificazione, tipologia, progettazione di massima degli sbarramenti e loro inserimento ambientale; opere accessorie.

Opere di derivazione superficiali: traverse fisse e mobili, griglie, pratoie; sgiaiatori, dissabbiatori, modulatori, bacini di calma.

Opere di adduzione: canali a cielo aperto ed in galleria; gallerie in pressione; dimensionamenti idraulici e statici.

Pozzi piezometrici: funzionamento; tipologie, caratteristiche, equazioni generali, oscillazioni di portata e di livello.

Condotte forzate: dimensionamento idraulico e statico. Fenomeni di colpo d'ariete, opere accessorie.

Macchine idrauliche: equazioni generali, schemi delle turbine, tipi costruttivi, rendimenti, accoppiamenti con i generatori elettrici; regimi transitori.

Centrali: cenni generali. Sistemazione e disposizione del macchinario.

Opere di scarico e di restituzione: bacini di demodulazione, canali, sistemazione degli alvei a valle degli scarichi.

ESERCITAZIONI

Progetto di massima di un sistema di impianti idroelettrici ad alta caduta. Calcolo della produttività di un impianto a bassa caduta.

LABORATORI

Esame delle macchine didattiche del laboratorio dell'Istituto di Idraulica. Visite di istruzione.

TESTI CONSIGLIATI

Evangelisti, *Impianti idroelettrici*, vol. 1 e 2.

Contessini, *Impianti idroelettrici*.

R. Ginocchio, *L'energie Hydraulique*.

IN227 IMPIANTI NUCLEO E TERMOELETTRICI

Prof. Giandomenico BROSSA

DIP. di Elettrotecnica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Impianti B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

30

2

Lab.

—

—

Il corso ha lo scopo di preparare all'impostazione tecnico-economica, alla progettazione ed all'esercizio delle centrali di produzione di energia elettrica di tipo convenzionale e nucleare. Presuppone una preparazione di base sui principi teorici (fisica generale, fisica tecnica con particolare riferimento alla termodinamica, ecc.) ed applicativi (macchine termiche, caratteristiche dei materiali, ecc.). Richiede buone attitudini a trasferire le conoscenze teoriche nella soluzione dei problemi relativi all'ingegneria dei sistemi.

Nozioni propedeutiche: materie del biennio, Fisica tecnica, Macchine.

PROGRAMMA

La produzione nucleo e termoelettrica: generalità, fabbisogni, diagrammi di carico, costi di costruzione e produzione, comparazioni tecnico-economiche. Sistematica degli impianti: generalità sull'impiantistica, tecniche interessate, analisi dei sistemi componenti, flussi energetici, materiali, tecniche progettistiche. Sviluppo dei progetti: programmazione degli impianti, tipi costruttivi, determinazione della potenza, ubicazione, caratteristiche ambientali e del terreno. Elementi esterni e strutturali: parco combustibili, sottofondazioni, fabbricati, fondazioni, basamento turboalternatore. Generatori di vapore: generalità, componenti, sistemi strutturali, combustibili-ceneri, aria-gas, acqua-vapore, rivestimenti ed isolamenti, regolazioni. Trattamento delle acque. Corrosioni: caratteristiche di fenomeni, superfici interessate, prevenzione. Inquinamenti: dispersione degli effetti gassosi, apparecchiature di depurazione, camini. Turbine a vapore e gas: richiami fondamentali, materiali, montaggi, perdite e rendimenti, controllo e protezioni, problemi d'esercizio. Componenti dei cicli termici: condensatori, preriscaldatori, dargasatori, pompe di alimento, tubazioni valvole, controlli. Sistemi di dispersione del calore: torri a secco ed a umido, ecc. Elementi di fisica nucleare: fisica dell'atomo, reazioni nucleari e neutroniche, fissione nucleare, materiali fissili e fertili, stabilità nucleare, reazioni a catena. Generalità sugli impianti eltronucleari: isola convenzionale ed isola nucleare, reattori termici e veloci, provanti e sperimentali. Componenti del sistema nucleare: nocciolo, contenitore ed interni, controllo reattività, produzione e scambio calore. Componenti integranti il sistema nucleare: sistemi di raffreddamento, ausiliari, strumentazione, elementi strutturali ed apparecchiature di servizio. Combustibili nucleari: materiali, fabbricazione, trasporti, ritrattamento. Ubicazione e sicurezza degli impianti nucleari, controllo degli effluenti radioattivi. Caratteristiche costruttive di alcuni dei principali impianti di esercizio.

ESERCITAZIONI

Calcoli rendimenti e dimensionamento elementi dei generatori di vapore. Dimensionamento ed ottimizzazione apparecchiature impianti convenzionali e nucleari. Confronti tecnici ed economici. Visite ad impianti.

TESTI CONSIGLIATI

Dispense del corso, Celid, Torino.

Testi Fisica tecnica e Macchine.

G. Willis, *Nuclear power plant technology*, Ed. J. Wiley.

G. Murphy, *Elements of nuclear engineering*, Ed. J. Wiley.

K. Schröder, *Grosse thermique des usines génératrices d'énergie électrique*, Ed. Dunod.

Skrotski, *Electric Generation, Steam Station*, Ed. McGraw Hill.

IN239 ISTITUZIONI DI ELETTROMECCANICA

Prof. Gaetano PESSINA

DIP. di Elettrotecnica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale (ore)

60

30

30

Settimanale (ore)

4

2

2

Il corso ha come scopo la formazione dell'allievo sulle problematiche di costituzione, funzionamento ed utilizzazione delle macchine elettriche e più in generale dei sistemi elettromeccanici.

Dalle lezioni ed esercitazioni, in aula ed in laboratorio, l'allievo deve acquisire la formazione che costituisce la base culturale indispensabile al proseguimento degli studi del corso di laurea.

Nozioni propedeutiche: l'insegnamento presuppone la conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di Elettrotecnica I ed Elettrotecnica II.

PROGRAMMA

Dinamica delle macchine elettriche:

L'equazione di Eulero Lagrange; Avvolgimenti accoppiati; Sistema elettromeccanico rotatorio e determinazione delle auto e mutue induzione; Circuiti magnetici anisotropi; Avvolgimenti con commutatore; Trasformazione d-q.

Funzionamento e costituzione delle macchine elettriche:

Trasformatore; Costituzione di trasformatori monofasi e trifasi; Funzionamento a vuoto ed a carico; Circuiti equivalenti, diagrammi vettoriali.

Macchine asincrone: Costituzione di macchine asincrone; Avvolgimenti di statore; Generazione del campo magnetico rotante e campi armonici spaziali; Coefficienti di avvolgimento; Avvolgimenti di rotore; Gabbia di scoiattolo; Funzionamento della macchina; Caratteristica meccanica; Possibilità di regolazione; Deduzione del circuito equivalente; Diagramma vettoriale. Motori bifasi e monofasi.

Macchine sincrone: Costituzione di macchine sincrone; Funzionamento della macchina come generatore a vuoto ed a carico; Caratteristica di magnetizzazione; Reazione di indotto; Circuito equivalente e diagramma vettoriale.

Macchine a corrente continua: Costituzione di macchine in corrente continua, avvolgimenti di statore e di indotto; Funzionamento a vuoto ed a carico delle macchine come motore e come generatore; Commutazione lineare; Reazione di indotto; Avvolgimenti compensatori e poli ausiliari. Caratteristica meccanica di macchina ad eccitazione separata ed eccitazione serie; Rotori in corrente alternata con commutatore.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni di laboratorio riguarderanno essenzialmente l'esame del funzionamento delle macchine fondamentali trattate nelle lezioni ed esercitazioni in aula.

TESTI CONSIGLIATI

Fitzgerad - Kingsley - Kusko, *Electric Machinery*, (traduzione italiana, Ed. Angeli).

Piglione, *Istituzioni di Elettromeccanica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

IN248 MACCHINE

Prof. Paolo CAMPANARO

DIP. di Enegetica

IV ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	84	50	—
Settimanale (ore)	6	4	—

Nel corso sono esposti i principi termodinamici e fluidodinamici necessari ad una corretta comprensione del funzionamento delle Macchine a fluido. Di queste viene poi sviluppata l'analisi del funzionamento nei tipi di più comune impiego (sia macchine motrici sia macchine operatrici) con l'approfondimento richiesto dell'obiettivo di far diventare l'allievo nella sua futura attività professionale un accorto utilizzatore sia nella scelta delle Macchine stesse, sia nel loro esercizio. A questo scopo viene dato ampio spazio nei problemi di scelta, di installazione, di regolazione, sia in sede di lezione sia in sede di esercitazione, dove vengono esemplificate le necessarie calcolazioni.

Il corso prevede periodi di lezione e di esercitazione coordinati tra loro.

Sono nozioni propedeutiche essenziali quelle presenti nel corso di Fisica tecnica e, in parte, nel corso di Meccanica applicata alle macchine (o di Meccanica delle macchine).

PROGRAMMA

Considerazioni generali sulle macchine a fluido motrici ed operatrici. Classificazioni. Applicazione di concetti di termodinamica e fluidodinamica alle macchine. Cicli e schemi di impianti a vapore d'acqua; mezzi per migliorare il rendimento dell'impianto. Cicli rigenerativi. Impianti con produzione combinata di energia meccanica e calore. Turbine a vapore. Triangoli di velocità. Stadi ad azione e a reazione, portate, potenze, rendimento. Regolazione degli impianti. La condensazione degli impianti a vapore. Compressori di gas; classificazione, schemi di funzionamento. Generalità sui turbocompressori. Valutazione della caratteristica adimensionata d'un turbocompressore. Similitudine di funzionamento. instabilità per stallo e pompaggio. La regolazione dei turbocompressori. Compressori volumetrici (a stantuffo, rotativi del tipo a palette e Roots). Generalità, funzionamento, perdite caratteristiche, regolazione. Turbine a gas: considerazioni termodinamiche sul ciclo; organizzazione meccanica; funzionamento e regolazione degli impianti. Ciclo con aria e ciclo con elio: analisi comparata delle due soluzioni. Macchine idrauliche motrici e operatrici; turbine Pelton, Francis, Kaplan e loro regolazione. Le turbopompe, loro regolazione. Pompe volumetriche. La cavitazione nelle turbomacchine elettriche. Le pompe-turbine. Motori alternativi a combustione interna: classificazione, cicli di lavoro. Perdite caratteristiche, rendimenti, prestazioni. Alimentazione e regolazione di tali motori.

ESERCITAZIONI

Il corso delle esercitazioni prevede applicazioni specifiche di calcolo sulle macchine trattate a lezione, con particolare attenzione a temi relativi all'impianto nucleotermoelettrico.

TESTI CONSIGLIATI

Appunti delle lezioni sono messi a disposizione degli allievi.

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

A. Beccari, *Macchine*, vol. 1, Clut, Torino, 1980.

F. Montevocchi, *Turbine a gas*, Clup, Milano, 1977.

IN253 MACCHINE ELETTRICHE

Prof. Paolo FERRARIS

DIP. di Elettrotecnica

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	20	15
Settimanale (ore)	4	2	—

Il corso si propone di introdurre le metodologie fondamentali utili all'analisi del funzionamento di quei dispositivi elettromeccanici statici o rotanti che possono pensarsi alla base della realizzazione delle principali macchine elettriche nella loro veste industriale. Su tali basi ci si propone di analizzare i fenomeni più elementari del funzionamento delle quattro macchine classiche e di procedere, ove possibile ad una loro descrizione quantitativa. Cenni alle tecniche realizzative delle macchine sono introdotti limitatamente a quanto necessario per formulare un modello fisico studiabile. Questo aspetto dovrebbe essere parzialmente completato da ricognizioni su macchine industriali.

Le nozioni propedeutiche sono quelle relative alle fenomenologie elettriche e magnetiche, ed alle tecniche elementari per la realizzazione di dispositivi elettromeccanici. Esse sono riconducibili ai contenuti dei corsi di Fisica, di Elettrotecnica I e II e di Istituzioni di Elettromeccanica.

PROGRAMMA

- 1) Trasformatori. Avvolgimento percorso da corrente, grandezze caratteristiche, circuito equivalente elettrico e magnetico, convenzioni di segno. Circuiti magneticamente accoppiati, circuito equivalente elettrico e magnetico; principio di dualità; equazioni e funzionamento. Trasformatore monofase ideale; adattatore di impedenza. Trasformatore monofase reale: corrente magnetizzante; circuiti magnetici reali; perdite nel ferro; trasformatore in regime sinusoidale; diagramma vettoriale; simulazione delle perdite nel ferro. Potenza nominale; rendimento. Funzionamento a vuoto; funzionamento in corto circuito; determinazione dei parametri caratteristici; le perdite addizionali. Funzionamento sotto carico; variazione di tensione da vuoto a carico; diagramma di Kapp. Funzionamento in parallelo di trasformatori monofasi; analisi di comportamento e condizioni di buon funzionamento. Trasformatori trifasi. Circuito magnetico equivalente; semplificazioni in caso di buona simmetria. Tipo di collegamenti, gruppi di appartenenza. Funzionamento a vuoto, effetto della saturazione. Effetto della presenza di un avvolgimento a triangolo sui flussi omopolari. Funzionamento con carichi squilibrati, a seconda del tipo di collegamento primario. Trasformatore con collegamento a zig-zag. Autotrasformatore; funzionamento e peculiarità; parametri caratteristici.
- 2) Macchine rotanti in c.a.. Strutture delle macchine rotanti: definizione di f.m.m. distribuita prodotta da conduttori posti al traferro, f.m.m. dovuta a una o più spire, analisi armonica delle distribuzioni spaziali di f.m.m. Effetto di un avvolgimento percorso da corrente sinusoidale. Campo rotante di tre avvolgimenti percorsi da una terna di correnti equilibrate; definizione del numero di spire equivalenti per la produzione di f.m.m.. Rappresentazione di f.m.m. al traferro mediante vettori spaziali. Flusso al traferro, riluttanza equivalente, vettore flusso. Flusso concatenato e f.e.m., in spire al traferro in regime sinusoidale. Fattori di avvolgimento, numero di spire equivalenti dal punto di vista della generazione di f.e.m.; dipendenza dal tipo di avvolgimento. Rappresentazione mediante vettori spaziali di tutte le grandezze di macchina e di avvolgimento.
- 3) Macchine sincrone trifasi. Tipi di strutture e definizioni. Macchina isotropa in condizioni di linearità magnetica. Equazioni elettriche e magnetica in regime sinusoidale. Diagramma vettoriale. Determinazione della corrente di eccitazione note le condizioni elettriche di carico. Effetti della reazione di indotto. La reattanza sincrona. Circuito equivalente in linearità di una macchina isotropa. Effetto della saturazione. Individuazione degli assi privilegiati di

macchina note le condizioni di carico. Scomposizione di tutte le grandezze di macchina secondo componenti «d» e «q». Analisi del funzionamento con carichi reattivi. Caratteristiche a corrente costante e $\cos \varphi = 0$; il triangolo di Poteir. Fenomeni di autoeccitazione, caratteristica di autoeccitazione. Diagramma circolare, curve a «V», la macchina sincrona come carico reattivo fittizio. Caratteristica elettromeccanica della macchina isotropa, condizioni di stabilità. Macchine anisotrope, effetti distorcimenti dell'anisotropia. Scomposizione delle equazioni secondo i due assi, reattanza sincrona diretta e in quadratura. Diagramma vettoriale. Caratteristica elettromeccanica delle macchine anisotrope. Cenno ai problemi di misura di parametri delle macchine sincrone.

5) Macchine a induzione. Struttura e funzionamento qualitativo. F.e.m. indotte e f.m.m. prodotte da sistemi polifasi di avvolgimenti statorici e rotorici. Funzionamento a rotore fermo come sfasatore. Funzionamento a rotore in movimento, scorrimento. Rappresentazione con vettori spaziali delle grandezze statoriche e rotoriche. Interpretazione del funzionamento mediante circuito equivalente primario e secondario. Deduzione e interpretazione del circuito equivalente completo. Rapporto di trasformazione per le correnti e per le f.m.m.. Circuito equivalente riportato al primario e sue elaborazioni. Diagramma circolare. Potenze in gioco nella macchina a induzione e loro interdipendenza. Caratteristica elettromeccanica e sue peculiarità. Il ruolo della resistenza rotorica, e degli altri parametri fondamentali. Le rette caratteristiche sul diagramma circolare.

6) Macchina a corrente continua. Generalità, l'anillo di Pacinotti, deduzioni della struttura classica per la macchina in c.c.. L'avvolgimento rotorico ed il commutatore a lamelle. F.e.m. e coppia prodotta in macchine a eccitazione indipendente. Reazione di indotto e suoi effetti, effetto dello spostamento del piano di commutazione. Il fenomeno della commutazione, gli avvolgimenti ausiliari e di compensazione. Caratteristica elettromeccanica e sua utilizzazione mediante regolazione nell'armatura e nel campo. La regolazione a potenza costante, significato delle regolazioni miste.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula mirano ad illustrare gli aspetti essenziali degli argomenti svolti a lezione con esempi dei tipi di funzionamento delle macchine e delle loro applicazioni più rilevanti dal punto di vista pratico. Particolare importanza è data alla risoluzione per via analitica e grafica, dei problemi concernenti il funzionamento e la costruzione delle macchine elettriche più importanti al fine di produrre una acquisizione diretta di notizie circa gli ordini di grandezza di parametri elettrici meccanici e tecnici che condizionano il funzionamento ed il progetto delle più comuni macchine.

LABORATORI

Le esercitazioni di laboratorio avranno lo scopo di verificare su macchine reali i principali fenomeni descritti a lezione ed i dati ottenuti nelle esercitazioni in aula.

TESTI CONSIGLIATI

A. Carrer, *Macchine elettriche*, vol. 1, 2, 3, IV, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

S. Crepez, *Macchine elettriche*, Clup, Milano.

G. Sameda, *Elementi di costruzione delle macchine elettriche*, Patron, Bologna.

Filtzgerald - Kingsley, *Electric Machinery*, McGraw Hill, New York.

IN528 MACCHINE ELETTRICHE STATICHE

Prof. Franco VILLATA

DIP. di Elettrotecnica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Elettrotecnica industriale A e B

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

Il corso si inquadra in un indirizzo tendente a fornire le basi per affrontare alcuni dei problemi che si presentano nel campo del comando di apparecchiature elettromeccaniche. Esso si propone di fornire la descrizione dei principali circuiti elettronici che permettono di realizzare sia le parti a livello di segnale che di potenza di più frequente impiego nell'elettronica industriale, con particolare riferimento ai convertitori statici di energia. Di ciascun circuito vengono esaminate le principali caratteristiche di funzionamento nonché i criteri di dimensionamento.

Nozioni propedeutiche: per seguire il corso di Macchine elettriche statiche sono utili gli argomenti trattati nei corsi di Elettrotecnica I ed Elettronica applicata per gli allievi Elettrotecnici e di Elettrotecnica ed Elettronica applicata I per gli allievi Elettronici.

PROGRAMMA

Diodo. Tipi costruttivi: modello elettrico; modello termico. Reti con diodi. Convertitori monofasi AC-DC; filtri. Circuiti tipici di impiego e loro dimensionamento. SCR. Tipi costruttivi; modelli elettrici; principali caratteristiche fornite dal costruttore. Convertitori AC-DC controllati monofasi e trifasi per il comando di motori a corrente continua funzionanti nel piano C, ω su un quadrante, due quadranti, quattro quadranti. Dimensionamento dei componenti, delle protezioni da sovracorrenti e da sovratensioni. Commutazione, disturbi verso rete, potenza reattiva. Struttura dei principali tipi di circuiti di regolazione e principio di funzionamento dei principali blocchi da cui sono costituiti, con particolare riguardo ai circuiti sfasatori e impulsatori, ed ai trasformatori di impulsi. Controllo di macchine in corrente alternata di tipo sincrono e asincrono mediante convertitori controllati AC-DC. Trasduttori di tensione e di corrente impiegati nei convertitori controllati.

LABORATORI

Le esercitazioni vertono sul dimensionamento di convertitori AC-DC e sono completate da esperienza di laboratorio.

TESTI CONSIGLIATI

H Bühler, *Traite d'Electricité*, vol. XV, Electronique industrielle 11, Electronique de puissance, Editions Georgi, Losanna.

Möltgen, *I Tiristori*, Collana Tecnica Siemens 3.

G. Montessori, *Elettronica di potenza*, Editoriale Delfino.

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

IN259 MATERIALI PER L'ELETTRTECNICA

Prof. Carlo GIANOGLIO

DIP. di Scienza dei Materia e Ingegneria
ChimicaII ANNO (*)
2° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso ha lo scopo di evidenziare le proprietà dei più comuni materiali di interesse elettrotecnico in funzione anche della loro utilizzazione in settori specifici e della previsione del loro comportamento in esercizio.

Sei ore di lezioni alla settimana - non sono previste esercitazioni - lungo tutto l'anno sono previste due ore settimanali per consulenze e colloqui.

Nozioni propedeutiche: è indispensabile la conoscenza degli argomenti di base del corso di Chimica.

PROGRAMMA

Richiami sulla struttura dell'atomo, sui legami chimici, sulle strutture dei solidi, sui difetti reticolari puntiformi, sulle dislocazioni e sui diagrammi di stato. Proprietà dei materiali: proprietà termiche (capacità termica, dilatazione termica, conduttività termica, resistenza agli sbalzi termici, tensione di vapore) proprietà meccaniche (diagramma carichi - allungamenti, resistenza a trazione, a compressione, a fatica, durezza, resilienza), proprietà elettriche (conduttività, semiconduttività, superconduttività, conduttività superionica, effetti termoelettrici, dialettività, ferroelettività piezoelettrici, proprietà magnetiche e proprietà ottiche (fluorescenza e fosforescenza). Diagramma di stato ferro-cementite, ghise ed acciai, trattamenti termici. Il rame e le sue leghe di interesse elettrotecnico: leghe basselegate ad alta conducibilità bonificabili e non bonificabili, leghe altolegate per usi speciali. Alluminio e leghe di alluminio di interesse elettrotecnico: loro proprietà e applicazioni; conduttori misti in alluminio o sue leghe e acciaio, criteri di scelta di conduttori di potenza elettricamente equivalenti. Altri elementi di interesse elettrotecnico: Ni, W, Mo, Ta, Tb, Ag, Si, Ge, C. Materiali per resistenza, per contatti per catodi di accumulatori. Dielettrici liquidi, assosi, solidi per alte e per basse temperature. Materiali magnetici dolci e materiali per magneti permanenti.

TESTI CONSIGLIATI

Si consiglia l'impiego delle dispense del corso. Su alcuni argomenti nel corso delle lezioni viene suggerita la consultazione di testi specializzati.

(*) Insegnamento del triennio anticipato al biennio.

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 propedeutiche: 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 madre-vite. 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 ad evolvente a denti diritti ed elicoidali. Ruote coniche, con denti diritti o curvi. Trasmissione del moto tra assi sghembi: uso di ruote 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. Applicazioni 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 di 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.

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

IN486 MECCANICA RAZIONALE

Prof. Maria Grazia ZAVATTARO
CHIADO'-PIAT

DIP. di Matematica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. ELETTROTECNICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

76

6

Es.

52

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 punto, del corpo rigido e dei sistemi articolati. Vengono esposti i principi fondamentali della Meccanica Newtoniana e Lagrangiana, 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 e Fisica I.

PROGRAMMA

Nozioni generali sui modelli matematici della Meccanica.

Cinematica: Cinematica del punto e del corpo rigido. Leggi di distribuzione di velocità e accelerazione, moti composti. Vincoli e gradi di libertà.

Statica: Vettori applicati e momenti. Riduzione di sistemi di vettori applicati. Baricentri, momenti statici, momenti di inerzia, momenti centrifughi. Reazioni vincolari in assenza di attrito e cenni sull'attrito. Concetto di equilibrio, equazioni cardinali, principio dei lavori virtuali. Forze conservative. Stabilità. Equilibrio relativo.

Dinamica: Principio di D'Alembert. Teoremi della quantità di moto e del momento della quantità di moto. Teorema dell'energia cinetica, equazioni di Lagrange. Integrali primi. Metodi qualitativi e quantitativi per lo studio delle equazioni del moto.

Introduzione ai metodi della probabilità applicata allo studio di sistemi e modelli matematici con parametri aleatori.

ESERCITAZIONI

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

TESTI CONSIGLIATI

Bellomo, *Meccanica classica e stocastica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1984.

Bellomo, *Problemi della meccanica classica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1981.

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

IN297 MISURE ELETTRICHE

Prof. Andrea ABETE

DIP. di Elettrotecnica

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	86	—	45
Settimanale (ore)	6	—	3

È un corso per la preparazione di base teorica e pratica alle misure su apparecchiature e impianti elettrici a frequenza industriale. È diviso in tre parti e tratta argomenti di metrologia generale (P.I.), strumenti elettrici di misura (P.II) e metodi di misura (P.III). L'esame verte sugli argomenti di programma con particolare riferimento alla discussione delle relazioni elaborate nelle esercitazioni sperimentali. Le lezioni sono coordinate e integrate da esercitazioni svolte prevalentemente in laboratorio.

Sono propedeutiche approfondite cognizioni di Analisi matematica I e II, Complementi di matematica, Fisica I e II, Elettrotecnica.

PROGRAMMA

P.I.. Configurazione e informazione di una misura. Unità di misura. Errori e valutazioni statistiche. Caratteristiche statiche degli strumenti di misura. Comportamento dinamico degli strumenti di misura: funzione di trasferimento, caratteristiche dinamiche degli strumenti a deviazione, oscillografici, integratori, derivatori, selettivi, balistici ed a campionamento. Interferenze e grandezze d'influenza.

P.II.. Componenti e campioni. Strumenti elettrici ad azione diretta; magnetoelettrici, elettrodinamici, elettromagnetici, a induzione, elettrostatici. Apparecchi per l'elaborazione del misurando: partitori di tensione e di corrente in c.c. e in c.a., trasformatori di misura, amplificatori, convertitori analogici-numeriche e numeriche-analogici. Strumenti elettronici analogici e numerici per c.a. e c.a.. Oscillografi, registratori e analizzatori. Oscilloscopio catodico. Sistemi di acquisizione automatica dei dati.

P.III.. Misure su circuiti in corrente continua. Misure di resistenze piccole e di isolamento. Misure su circuiti in c.a. monofase e trifase in regime sinusoidale e periodico qualunque. Metodi di confronto: ponti e potenziometri in c.c. e in c.a., ponti a indicazione e automatici. Misure magnetiche di induzione, permeabilità e cifra di perdita. Taratura e verifica degli strumenti di misura. Misure su impianti di messa a terra.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni di laboratorio riguardano: rilievo dei parametri dinamici di uno strumento del secondo ordine, rilievi con l'oscilloscopio catodico, misure su circuiti in corrente continua e sugli argomenti seguenti indicati sopra nella parte terza del programma.

TESTI CONSIGLIATI

A. Abete, *Metrologia elettrica generale*, Clut, Torino.

A. Abete, *Metodi per misure elettriche*, Clut, Torino.

G. Zingales, *Corso di misure elettriche*, Cleup.

A. Abete, *Problemi ed esperienze di misure elettriche*, Clut, Torino.

IN306 MODELLISTICA E IDENTIFICAZIONE

Prof. Vito MAURO

DIP. di Automatica e Informatica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automatica A

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

80

6

Es.

20

2

Lab.

—

—

Il corso si propone di dare agli studenti gli elementi di base per i problemi di rappresentazione di sistemi dinamici mediante modelli matematici approssimati e identificati da misure sperimentali. Il corso quindi tratta i problemi di approssimazione e dedica ampio spazio alla probabilità, alla statistica e ai processi stocastici. I metodi di identificazione presentati vengono illustrati con alcune applicazioni a problemi reali su modelli anche relativamente complessi.

Il corso comprende lezioni ed esercitazioni.

Nozioni pededeutiche: Teoria dei sistemi.

PROGRAMMA

1) Spazi lineari, spazi normati (richiami), spazi di Hilbert. Problemi di norma minima degli spazi di Hilbert. Applicazione a problemi di approssimazione lineari. Metodi ricorsivi. Procedura di Gram-Schmidt. Applicazioni a sistemi dinamici lineari. Modelli arma. Applicazioni a problemi di rappresentazione.

2) Introduzione alla probabilità, nozioni fondamentali. Il problema della stima. Proprietà delle stime. La stima di massima verosimiglianza. Applicazione a problemi lineari: stime di minimi quadrati, di Gauss-Markov, di Max. Verosimiglianza. Generalizzazione a modelli lineari e non lineari. Il filtro di Kalman discreto come stimatore di massima verosimiglianza. Altri stimatori ricorsivi.

3) I processi stocastici, nozioni fondamentali, correlazioni e spettri e loro stime. Relazioni tra spettri su sistemi lineari. Applicazione all'identificazione. Spazi di variabili aleatorie. Ortogonalizzazione di processi e fattorizzazioni. Relazione col filtraggio.

4) Illustrazione su casi pratici. Problemi di identificabilità. Problemi di complessità del modello.

ESERCITAZIONI

Applicazioni della teoria a casi semplici con sviluppo dei calcoli o impostazione dettagliata degli algoritmi. Tecniche numeriche per modelli dinamici.

TESTI CONSIGLIATI

Appunti di modellistica e identificazione (G. Menga), Celid, Torino.

Appunti distribuiti a lezione.

Bittanti - Guardabassi, *Sistemi incerti*, Clup, Milano.

IN355 RICERCA OPERATIVA

Prof. Anna Maria OSTANELLO

DIP. di Automatica e Informatica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automatica A₁

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

80

42

4

—

—

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». Programmazione lineare e estensioni: metodi del simpleso, simpleso revisionato, simpleso duale; teoria della dualità, analisi post-ottimale; analisi parametrica. Problemi a struttura speciale: metodo del trasporto. Programmazione interna: 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: algoritmo di percorsi ottimali; flussi ottimi e tensioni; dualità; metodi del cammino critico. Analisi tempi e costi.

ESERCITAZIONI

Complementi teorici (parte prima). Discussione di problemi reali. Costruzione di modelli. Risoluzione di esercizi numerici.

LABORATORI

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.
- A. Siciliano (Ed.), *Ricerca operativa*, Ed. Zanichelli, 1975.
- F. Hillier - G. Lieberman, *Introduzione alla R.O.*, Franco Angeli Editore, 1973.

IN360 SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Prof. Franco ALGOSTINO

DIP. di Ingegneria Strutturale

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	50	50	8
Settimanale (ore)	4	4	—

La Scienza delle costruzioni determina lo stato di tensione e di deformazione a cui le costruzioni sono soggette nella loro funzione di trasmissione degli sforzi. Il corso considera solo le strutture unidimensionali (travi e sistemi di travi, non le piastre e i gusci). Il corso non fornisce nozioni di progettazione, per le quali rimanda ai corsi a cui è propedeutico (tecnica delle costruzioni industriali, costruzione di macchine, ecc.).

Il corso è articolato in lezioni, esercitazioni in aula, esercitazioni in laboratorio. Nozioni propedeutiche: nozioni generali di Analisi matematica, Geometria, Statica e Cinematica.

PROGRAMMA

Analisi dello stato di deformazione.

Analisi dello stato di tensione.

Equazione dei lavori virtuali.

Proprietà del corpo elastico e limiti relativi.

Teoria di St. Venant delle travi. Casi semplici e sollecitazioni composte.

Travature piane caricate nel piano, travature piane caricate trasversalmente. Travature spaziali.

Calcolo degli sforzi e delle deformazioni negli schemi isostatici e in quelli iperstatici.

Fenomeni di instabilità elastica.

ESERCITAZIONI

Consistono in applicazioni, fatte dall'allievo, della teoria svolta a lezione.

LABORATORI

Misure di spostamenti su travature semplici e loro confronto con dati di calcolo.

TESTI CONSIGLIATI

P. Cicala, *Scienza delle costruzioni*, vol. 1 e 2, Ed. Levrotto & Bella, Torino.A. Sassi - P. Bocca - G. Faraggiana, *Esercitazioni di Scienza delle costruzioni*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

IN490 SISTEMI DI ELABORAZIONE DELL'INFORMAZIONE

Prof. Aldo LAURENTINI

DIP. di Automatica e Informatica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automatica B₁

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab.

42 43 —

3 3 —

Il corso intende: fornire agli allievi conoscenze di tipo generale sui sistemi di elaborazione delle informazioni, sia sotto l'aspetto dell'hardware sia per quanto concerne il software, in modo da dare agli interessati nozioni che consentano loro non solo di impiegare un sistema di elaborazione ma, conoscendone con un certo dettaglio le modalità operative dei componenti, diano per quanto possibile una caratteristica di ottimalità a detto impiego. Allo scopo, esaminate in apertura di corso le principali nozioni sui sistemi di numerazione non convenzionali (binario, a virgola mobile), e richiamati i concetti elementari sui circuiti logici, il corso tratta in una prima parte i componenti hardware, inseriti nell'architettura del sistema, ed in una seconda parte i principali elementi che compongono il corredo di software convenzionale di un sistema.

Il corso si svolgerà attraverso 6 ore settimanali distribuite orientativamente così: lezioni 2 o 3 ore, esercitazioni all'elaboratore 2 ore (da aprile in avanti), esercitazioni in aula.

Nozioni propedeutiche: Elementi di elettronica e di Calcolo numerico.

PROGRAMMA

Generalità sulla composizione di un sistema di elaborazione. Richiami sulle principali funzioni booleane e realizzazione dei relativi circuiti logici. Sistemi di numerazione; notezioni a virgola fissa e mobile; trattamento dei caratteri non numerici. Organi di calcolo: principali componenti e loro funzionamento di massima; loro funzioni e modalità di impiego. Organi di memoria: livelli gerarchici, caratteristiche funzionali e specifiche dei principali tipi presenti sui sistemi attuali; modalità di impiego ed indirizzabilità del loro contenuto; circuiti di selezione. Organi di ingresso e uscita: unità per impiego batch, time-sharing ed interattivo; descrizione dei principali tipi, e modalità di collegamento con il sistema; terminali remoti e loro connessione. L'unità centrale di controllo e le unità di governo dedicate (alle periferiche ecc.). Organo di comando e suo funzionamento: l'istruzione di macchina e le modalità della sua attuazione: principali tipi di istruzioni presenti su tutti i sistemi. Registri-indice ed eventuali dispositivi per la gestione delle subroutine. Sovrapposizione delle fasi operative delle istruzioni; microprogrammazione. Software: linguaggi simbolici. Assemblatori, compilatori e linguaggi ad alto livello, simulatori ed interpretativi. Sistema operativo e suoi componenti principali; librerie di sistema. Memorie virtuali.

ESERCITAZIONI

Approccio alla soluzione di problemi sull'elaboratore: stesura di flow-chart a livelli diversi di complessità. Studio del linguaggio Fortran e sviluppo, con prove sull'elaboratore, di un certo numero di problemi di vario tipo (tecnico e non).

LABORATORI

Se considerabile come tale, l'impiego dell'elaboratore IBM 370/125 del S.E.D. per la soluzione di problemi batch in Fortran = V. esercitazioni.

TESTI CONSIGLIATI

- Reviglio, *Sistemi di elaborazione dell'informazione*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.
- Reviglio, *Appunti sul Fortran IV*, Cooperativa Libreria Studenti.
- Ridolfi, *Il Fortran: teoria ed esercizi*, Franco Angeli Ed.
- McCraken, *Guida alla programmazione del Fortran IV*, Ed. Bizzarri.
- Lipschutz & Poe, *Programmare in Fortran*, Collana Schaum, n. 45.

IN382 STRUMENTAZIONE PER L'AUTOMAZIONE

Prof. Paolo SOARDO

DIP. di Automatica e Informatica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Automatica B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

50

4

Es.

20

2

Lab.

—

—

Il corso presenta una rassegna della strumentazione impiegata nel controllo di un processo.

Il corso comprenderà lezioni ed esercitazioni.

Nozioni propedeutiche: Elettronica applicata.

PROGRAMMA

Alcuni esempi di sensori e trasduttori: temperatura (coppie termoelettriche, termoresistenze, pirometri), lunghezze ed angoli (potenziometri, trasformatori differenziali, rilevatori numerici incrementali ed assoluti, laser, ecc.), velocità ed accelerazione (dinamo tachimetrica, ruota fonica, accelerometro, giroscopio), forze e pressioni (celle di carico, manometri), portata (venturimetro, rotametro, turbina, misuratori volumetrici), livello (meccanici, elettrici, a radiazioni), sensori pneumatici (cenni). Il trattamento di un segnale generato da un sensore: amplificatori operazioni e per strumentazione, filtri RC, convertitori A/D, impiego del calcolatore in linea (cenni), amplificatori pneumatici (cenni). L'azionamento degli attuatori: l'impiego dei tiristori, pneumatica. Esempi di attuatori: motori in cc e passo-passo, attuatori lineari. I registratori magnetici per strumentazione. I componenti dal punto di vista dell'affidabilità.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni vertono sugli argomenti del corso.

TESTI CONSIGLIATI

Appunti vari distribuiti durante il corso.

IN565 TECNICA DELLA PROGRAMMAZIONE

Prof. Paolo LEPORA

DIP. di Matematica

II ANNO (*)

1° PERIODO DIDATTICO

Corso di Laurea: ING. ELETTROTECNICA

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

70

6

Es.

20

2

Lab.

—

—

Il corso si propone di fornire agli allievi la possibilità di utilizzare la potenza di calcolo, di elaborazione delle informazioni, di memorizzazione e di presentazione delle informazioni che si può ottenere mediante l'uso interattivo degli elaboratori. Per raggiungere tale obiettivo, pur conservando la precedente struttura del corso di Elementi di programmazione, verrà posto l'accento sulle tecniche da un lato della strutturazione del software e dall'altro di utilizzo delle risorse rese disponibili dalla sempre più diffusa realizzazione di reti di elaboratori. Si ritiene opportuno inoltre offrire la possibilità di apprendere l'uso di strumenti grafici semplici come plotters e digitizzatori e videoterminali di tipo grafico; pare pur di fondamentale importanza fornire le necessarie informazioni per l'utilizzo di librerie di software scientifico.

PROGRAMMA

Generalità sugli elaboratori. Basi di numerazione, operazioni in virgola fissa, operazioni in virgola mobile. Errori di troncamento, di arrotondamento. Algoritmi. Linguaggi in generale, ANSI standard per i linguaggi. Il Fortran. La programmazione strutturata. Linguaggi strutturati. Collegamenti tra elaboratori, i protocolli di linea. Reti, software nelle reti di elaboratori. Strumenti grafici. Software per la «grafica». Le librerie scientifiche. Le librerie statistiche. Programmazione con librerie.

ESERCITAZIONI

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

TESTI CONSIGLIATI

B. Gabutti - P. Lepora - G. Merlo, *Elementi di programmazione*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

Andronico ed altri, *Scienza degli elaboratori*, Ed. Zanichelli.

Siciliano, *Linguaggio Fortran*, Ed. Zanichelli.

Ridolfi, *Il Fortran*, Ed. Angeli.

Manuali di Fortran IBM, Honeywell, Univac, ecc.

(*) Insegnamento del triennio anticipato al biennio.

IN394 TECNICA DELLA SICUREZZA NELLE APPLICAZIONI ELETTRICHE

Prof. Vito CARRESCIA

DIP. di Elettrotecnica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Impianti A

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

80

6

Es.

20

2

Lab.

—

—

Il corso ha lo scopo di fornire all'allievo gli elementi utili per conseguire una utilizzazione dell'energia elettrica sicura per le persone.

Nozioni propedeutiche: per un'attiva partecipazione è necessario che l'allievo possieda le nozioni basilari dell'elettrotecnica.

PROGRAMMA

Introduzione alla filosofia della sicurezza. Effetti della corrente elettrica sul corpo umano. Macroshock microshock. Limiti di sicurezza. Generalità sui sistemi di protezione. Sistemi di protezione contro i contatti indiretti sui sistemi TT, TN, IT e senza interruzione del circuito. Compatibilità di collegamento a terra delle masse in alta e bassa tensione e del neutro. Sistemi di protezione contro i contatti diretti. Interruttori differenziali: campo d'impiego, limiti protettivi. Tecnica della sicurezza nelle applicazioni elettromedicali. Protezione delle condutture contro i sovraccarichi e i cortocircuiti. Sezionamento, comando, arresto d'emergenza. Impianti elettrici nei luoghi con pericolo d'esplosione e incendio (per elettrotecnici). Elementi di protezione contro le radiazioni ionizzanti e non ionizzanti (per elettronici). Sezionamento e comando. Alimentazione di emergenza e di sicurezza. Cenni alla protezione contro le scariche atmosferiche. Collaudi e verifiche.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consisteranno in applicazioni pratiche dei principi di sicurezza generali e potranno essere condotte anche al di fuori dell'area del Politecnico, direttamente sull'impianto o apparecchio oggetto dell'esercizio. I temi delle esercitazioni saranno scelti tenendo conto anche degli interessi specifici dei singoli allievi.

TESTI CONSIGLIATI

V. Carrescia - G. De Bernardo, *Impianti di messa a terra.*

Norma del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) 11-1; 11-8; 11-11; 12-13; 44-1; 64-2; 64-4; 64-6; 138-1.

Dispense in preparazione.

IN413 TECNOLOGIA MECCANICA

Prof. Rosolino IPPOLITO

DIP. di Tecnologia Meccanica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

INDIRIZZO: Macchine elettriche A e B

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

48

4

Es.

30

4

Lab.

—

—

Obiettivi del corso sono: fornire l'insieme di nozioni necessarie a comprendere come possa essere realizzato e prodotto un particolare meccanico; analizzare i diversi elementi componenti la macchina utensile in modo da fornire di quest'ultima una visione sistematica; studiare i fondamenti teorici dei processi di lavorazione con asportazione di materiale per deformazione plastica; introdurre i primi rudimenti di gestione delle macchine utensili; presentare una panoramica delle lavorazioni non convenzionali.

Il corso prevede 4 ore di lezione settimanali per la parte teorica 4 ore per la parte applicativa.

Nozioni propedeutiche: capacità di lettura di un disegno tecnico e nozioni elementari sulle caratteristiche dei materiali metallici.

PROGRAMMA

La prima parte del corso ha carattere prevalentemente propedeutico e dà un'ampia panoramica dei principali elementi componenti la macchina utensile; vengono altresì sviluppati gli aspetti teorici connessi alle operazioni di taglio con asportazione di materiale. Ampio spazio viene dedicato alle macchine utensili a C.N. sviluppandone sia l'aspetto costruttivo sia l'aspetto applicativo. Vengono trattate le basi del linguaggio di programmazione. In stretta connessione con le macchine a C.N. si parla di sistemi integrati di produzione e di Computer Assisted Manufacturing (C.A.M.). Vengono ancora trattate le lavorazioni per deformazione plastica vedendole come mezzo per l'ottenimento di semilavorati per le lavorazioni ad asportazione di truciolo. In questo capitolo del corso si dà un breve cenno delle lavorazioni sulla lamiera.

La parte finale del corso è dedicata ad una panoramica delle tecnologie di lavorazione non convenzionali (EDM, ECM, Laser, ecc.).

ESERCITAZIONI

Il corso è integrato da una serie di lezioni-esercitazioni attinenti la stesura dei cicli di lavorazione e lo studio delle principali macchine universali impiegate nella produzione meccanica; torni, trapani, fresatrici, alesatrici, rettificatrici.

TESTI CONSIGLIATI

G.F. Micheletti, *Il taglio dei metalli e le macchine utensili*, Utet, Torino.

R. Ippolito, *Appunti di Tecnologia meccanica*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1974.

R. Ottone, *Macchine utensili a comando numerico*, Etas Kompass.