

# **Ing. Elettronica**

**Disciplina:** N152IEL **ABILITA' RELAZIONALI**

**Corso di Studio:** IEL IDT

**Crediti:** 2 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FERRARA VALENTINA 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

La comunicazione interpersonale:

- Definizione di comunicazione e principi di base
- Funzionamento del processo di comunicazione interpersonale
- Aspetti della comunicazione verbale e non verbale
- Aspetti relazionali della comunicazione
- Efficacia e vincoli della comunicazione ad una via e a due vie

Tecniche e strategie per la partecipazione attiva al proprio percorso di studi:

- l'ascolto attivo
- parlare in pubblico

**Disciplina:** N190IEL    **AFFIDABILITA' E CONTROLLO DI QUALITA' I**    ING-INF/07

**Corso di Studio:** IEL    0060779    **Crediti:** 5    **Tipo:** M

**Note:** AU, BIO, PRELE Mutuato da ELE v.o.

**Docente:** CATELANI MARCANTONIO    P2    ING-INF/0    **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N165IEL **ANALISI E SIMULAZIONE DI SISTEMI  
DINAMICI**

ING-INF/04

**Corso di Studio:** IEL IDT

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BASSO MICHELE

RC ING-INF/0

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

#### 1.INTRODUZIONE AI SISTEMI DINAMICI

Causalità e concetto di stato, esempi di sistemi dinamici, classificazione dei sistemi dinamici (tempo-varianti e invariati, lineari e nonlineari, statici e dinamici..)

#### 2.RAPPRESENTAZIONI DEI SISTEMI DINAMICI

Rappresentazioni locali e globali Ingresso/Stato/Uscita, rappresentazioni locali e globali Ingresso/Uscita. Sistemi lineari in rappresentazione di stato, sistemi algebricamente equivalenti.  
Funzione di trasferimento e suo significato.

#### 3.ANALISI DELLE PROPRIETA' DINAMICHE DEI SISTEMI

Calcolo della risposta mediante F.d.T, concetto di evoluzione libera ed evoluzione forzata, principio di sovrapposizione degli effetti, risposte a segnali tipici per sistemi del primo e secondo ordine (impulso, gradino, rampa) Analisi modale. Teorema della Risposta in Frequenza, risposta transitoria e risposta permanente. Diagrammi di Bode (asintotici). Esempi.

#### 4.STABILITA' DEI SISTEMI DINAMICI

Stabilità interna: stabilità, attrattività, stabilità asintotica, stabilità esponenziale, definizioni ed esempi. Punti di equilibrio e Moti periodici.

Stabilità dei sistemi lineari, criteri algebrici per la stabilità. Classificazione dei piani delle fasi per sistemi del secondo ordine: Nodo, Sella, Fuoco, Centro. Stabilità Ingresso-Uscita. Criterio di Routh.

Teoria della realizzazione, cenni sulle proprietà strutturali (raggiungibilità e osservabilità), relazioni fra stabilità interna ed esterna.

Linearizzazione dei sistemi non lineari. Criteri di stabilità e instabilità. Caso critico (cenni sull'uso dell'energia per verificare la stabilità).

#### 5.I SISTEMI TEMPO DISCRETO

Rappresentazioni mediante trasformata Z. Calcolo della risposta mediante trasformata Z. Analisi modale e armonica. Stabilità. Discretizzazione dei sistemi TC.

#### 6.ESERCITAZIONI MATLAB e SIMULINK

Simulazione di sistemi dinamici mediante matlab e simulink. Diagrammi di Bode in Matlab e rappresentazioni di stato e I/O di sistemi lineari.

**Disciplina:** N000IEL ANALISI MATEMATICA I

MAT/05

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** PELLEGRINI GABRIELLA

P2

MAT/05

**Copertura:** TITAN

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

#### I NUMERI

Insiemi. Sommatore. Binomio di Newton. Numeri razionali e reali.

Massimi e minimi. Il concetto di estremo superiore ed inferiore. Potenze e Radicali. Esponenziali e Logaritmi. I numeri Complessi.

#### SUCCESSIONI E SERIE NUMERICHE

Definizione di successione e limite. Unicit  del limite. Criterio del confronto

s.d. Teorema della permanenza del segno. Successioni monotone. Il numero di Nepero. Le stime asintotiche.

Definizione di somma di una serie. La serie geometrica e la serie armonica generalizzata. Criteri di convergenza: del confronto del rapporto e della radice. Criterio del confronto asintotico. Criterio di Leibniz per le serie a segno alternato. Per i criteri le dimostrazioni non sono richieste.

#### FUNZIONI DI UNA VARIABILE

Generalit  sulle funzioni. Limiti, continuit  e asintoti di funzioni. Composizione di funzioni. Funzioni invertibili.

Funzione logaritmica, funzione esponenziale e funzioni trigonometriche. Teorema di Weirstrass (solo enunciato).

Teorema degli zeri. Teorema dei valori intermedi. Alcuni limiti notevoli.

#### CALCOLO DIFFERENZIALE PER FUNZIONI DI UNA VARIABILE

Derivate. Le regole di derivazione. Derivata della funzione inversa. Teorema di Lagrange e le sue conseguenze.

Massimi, minimi e flessi. Convessit  e concavit . Teorema di Fermat e Teorema di Rolle. Il concetto di differenziale.

Il teorema di de l'Hopital s.d. Formula di Taylor e serie di Taylor.

#### CALCOLO INTEGRALE PER FUNZIONI DI UNA VARIABILE

Calcolo integrale. Il teorema fondamentale del calcolo integrale. Il teorema del valor medio per il calcolo integrale.

Integrali generalizzati. La funzione integrale.

**Disciplina:** N015IEL ANALISI MATEMATICA II

MAT/05

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** PELLEGRINI GABRIELLA

P2

MAT/05

**Copertura:** TITAN

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

#### FUNZIONI REALI DI DUE O PIU' VARIABILI

Le funzioni reali di due o più variabili. Limiti e continuità. Calcolo dei limiti in più variabili

#### CALCOLO DIFFERENZIALE PER LE FUNZIONI DI PIU' VARIABILI

Derivate direzionali, derivate parziali, gradiente. Il differenziale di una funzione. Funzioni differenziabili. Teorema del differenziale totale (dimostrazione). Derivata di una funzione composta. Derivate successive. Teorema di Schwartz.

Formula di Taylor. Punti di estremo relativo. Punti critici. Punti di sella. La matrice hessiana. Funzioni definite implicitamente. Teorema del Dini. Ricerca di estremi assoluti. Il teorema dei moltiplicatori di Lagrange.

#### INTEGRALI MULTIPLI -INTEGRAZIONE SU CURVE E SUPERFICI

Integrali multipli: integrali doppi e tripli. Calcolo degli integrali doppi. Cambiamento di variabili Curve regolari.

Curve regolari Lunghezza di una curva. Calcolo della lunghezza di una curva regolare. Integrali curvilinei. Superfici regolari. Versore normale. Piano tangente. Orientazione. Area di una superficie. Integrali di superficie.

#### FORME DIFFERENZIALI LINEARI

Forme differenziali lineari. Forme differenziali esatte (campi conservativi). Forme differenziali chiuse.

Caratterizzazione delle forme differenziali esatte in termini di integrali curvilinei. Metodi di calcolo per la ricerca delle primitive di una forma esatta. Teorema di Stokes. Teorema della divergenza.

#### SUCCESSIONI E SERIE DI FUNZIONI

Serie di funzioni. Convergenza puntuale, convergenza totale. Serie di potenze. Struttura dell'insieme di convergenza.

Raggio di convergenza.

#### EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE

Equazioni differenziali del I ordine in forma normale. Problema di Cauchy. Equazioni differenziali lineari del primo

ordine. Equazioni differenziali lineari del secondo ordine a coefficienti costanti omogenee e non omogenee. Ricerca di soluzioni particolari: metodo della variazione delle costanti.

**Disciplina:** N187IEL **ANTENNE E PROPAGAZIONE**

ING-INF/02

**Corso di Studio:** IEL 0060782

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** PRELE Mutuato da Campi Elettromag c.l. ELE e TLC V.O.

**Docente:** FRENI ANGELO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Elementi di teoria della radiazione - Teoria dei potenziali elettromagnetici: potenziale vettore e scalare, condizione di Lorentz, equazioni vettoriali e scalari omogenee di Helmholtz e relative soluzioni. Dipolo elettrico corto. Teorema di Dualita'. Dipolo magnetico corto. Spira circolare.

Antenne - Antenne filiformi in trasmissione: equazione integrale di Hallen, impedenza di ingresso, altezza efficace, direttività, guadagno, efficienza di radiazione. Teorema di reciprocità. Antenne filiformi in ricezione: altezza efficace in ricezione, area efficace. Formule del collegamento. Schiere di antenne. Teorema di equivalenza. Antenne ad apertura: apertura rettangolare con illuminazione uniforme. Generalità sulle antenne a riflettore.

Propagazione guidata - Teoria elettromagnetica delle strutture guidanti. Separazione delle componenti trasverse del campo da quelle longitudinali. Funzioni scalari e vettoriali di modo. Modi trasversi elettromagnetici (TEM). Cavo coassiale e connessione tra approccio elettromagnetico e circuitale. Modi trasversi elettrici (TE) e trasversi magnetici (TM). Guida d'onda rettangolare. Modo TE in guida d'onda rettangolare. Potenza in guida.

**Disciplina:** N182IEL **BIOMECCANICA**

ING-IND/34

**Corso di Studio:** IEL .

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** BIO

**Docente:** CORVI ANDREA

P1 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---



**Corso di Studio:** IEL 0060803 **Crediti:** 5 **Tipo:** A**Note:** PRELE Mutuato da Microonde c.l. ELE v.o.**Docente:** SELLERI STEFANO RL ING-INF/0 **Copertura:** MUT**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

Il Corso e' diviso in tre parti

La prima parte ha lo scopo di illustrare le tecniche numeriche, maggiormente utilizzate nell'ambito dell'ingegneria elettromagnetica, per la caratterizzazione delle strutture guidanti e dei dispositivi a microonde. In particolare il corso sarà dedicato alle applicazioni del metodo degli elementi finiti, del metodo delle differenze finite (sia nel dominio del tempo che della frequenza), del metodo dei momenti, della tecnica del mode matching facendo riferimento a strutture guidanti pratiche e a varie tipologie di dispositivi.

La seconda parte è invece dedicata alle tecniche di progetto automatizzato al calcolatore, ovvero ai metodi di ottimizzazione. Sono illustrati sia i metodi deterministici che quelli stocastici così come le reti neurali artificiali

La terza parte sviluppa sinergicamente le prime due parti illustrando l'applicazione del CAD elettromagnetico a problemi di rilevante interesse ingegneristico.

#### INTRODUZIONE

- Introduzione ai Metodi numerici;
- Formulazione del problema Elettromagnetico in termini di equazioni integrali o differenziali;
  - + Equazioni di Maxwell
    - + Equazioni di Maxwell Trasversalizzate
    - + Equazione di Helmholtz

#### I - METODI NUMERICI PER L'ANALISI DI STRUTTURE GUIDANTI E DISPOSITIVI A MICROONDE

##### o METODI DIFFERENZIALI

- Analisi delle equazioni di Maxwell in forma differenziale dal punto di vista numerico;
- Analisi comparativa dei possibili approcci numerici;
- Problema delle Condizioni al Contorno;
- Metodo delle Differenze Finite nel dominio della frequenza (FDFD);
  - + Calcolo della costante di propagazione in strutture guidanti omogenee e non omogenee;
- Metodo delle differenze finite nel dominio del tempo (FDTD);
  - + Calcolo delle frequenze di risonanza di una cavità risonante;
  - + Calcolo della frequenza di taglio in strutture guidanti omogenee e non omogenee;
- Metodo degli Elementi Finiti nel dominio della Frequenza (FEM)
  - + Calcolo della frequenza di taglio in strutture guidanti omogenee e non omogenee;
  - + Valutazione della matrice di Scattering di un dispositivo due porte;
- Metodo della Matrice di Linee di trasmissione (TLM)
  - + Problemi di propagazione in microstriscia;
- Cenni al metodo degli Elementi Finiti nel dominio del Tempo (FE-TD)

##### o METODI INTEGRALI

- Metodo del Mode Matching (MM)
  - + Problemi di discontinuità in strutture guidanti;
- Metodo dei Momenti (MoM)
  - + Guide d'onda troncate;
  - + Problemi di accoppiamento;
- Boundary Element Method (BEM)

#### II - TECNICHE D'OTTIMIZZAZIONE

- Metodi deterministici

- Metodi Stocastici
- Reti Neurali Artificiali

### III - APPLICAZIONI AVANZATE

- Problemi di reirradiazione elettromagnetica;
- Sistemi e componenti passivi a Microond

**Note:**

Calcolatori Elettronici per Ing. Elettronica  
Prof. P. Nesi

-- Aspetti Generali

L'elaboratore elettronico digitale  
digitale ed analogico, L'elaboratore  
dati, programma/procedura/ risultati

-- Algebra di Boole

I numeri booleani  
L'algebra di Boole  
operatori: and, or, not, implica e coimplica  
analogia elettrica, and or not  
simboli logici: and, or not  
proprietà di invarianza  
proprietà di assorbimento, 1, 2, 3  
Legge di De Morgan, 1, 2  
tabelle della verità'  
verifiche con tabelle della verità'  
sintesi come somme di prodotti  
sintesi come prodotti di somme  
semplificazione delle equazioni  
rappresentazione in forma logica  
dualità, and-or, supporto del not  
not and and come base oppure or e not

-- Sistemi di Numerazione

Sistemi di numerazione posizionale  
Base, simboli della base, semantica, etc.  
forma polinomia  
Base 5, per esempio,  
Base 10 per esempio,  
Numeri naturali e loro ordinamento  
Numeri binari, base 2  
Conversioni da binari a decimale  
Dimostrazione del metodo delle divisioni successive  
Conversione da decimale a binario  
Operatori di and, or, not fra numeri binari  
Rappresentazione in forma logica  
Numeri binari in virgola fissa e loro forma polinomia  
Dimostrazione del metodo delle moltiplicazioni successive  
concetti di dinamica, precisione, loro valutazione  
definizioni di: nibble, byte, word, Kbyte, Mbyte, GByte, Tbyte  
definizioni di: semibyte, MSB, LSB  
Operazioni fra binari: somma, differenza e prodotto  
Rappresentazione di numeri binari  
Rappresentazione complemento a 2  
Definizione formale di completo a 2  
Operazioni completo a 2, overflow e carry, 4 casi  
complemento a 2 veloce  
Complemento a 1  
Definizione formale di completo a 1  
Relazione fra Complemento a 2 e Complemento a 1  
Proprietà dei complementi  
Divisione fra numeri binari, con resto e parte frazionaria

Rappresentazione in esadecimale  
Relazione fra esadecimale e binari  
Rappresentazione ASCII, tabelle  
Metodo delle divisioni successive su esadecimale.

-- Reti logiche di base  
NAND, NOR, XOR (il coimplica O+)  
Comparatore, Sommatore, Full Adder  
Logica del Half Adder  
Logica del Full Adder  
Sommatore e trabocco, overflow e carry  
la ALU come sommatore controllato  
Buffer, Selettore e Multiplex  
Il Decoder  
Memoria e sue dimensioni  
La memoria: dati, indirizzi, ~read, ~write  
Evoluzione temporale dei segnali  
Logica combinatorie e sequenziale  
Latch di NOR, (Flip-Flop)  
evoluzione dei segnali, concetto di stato  
Flip flop SR, diagrammi temporali e logica  
Flip Flop JK, diagrammi temporali  
Shift register  
Flip Flop D e T, diagrammi temporali  
Il contatore  
Il segnale di clock

-- Il calcolatore, aspetti di base  
La struttura del calcolatore  
Il bus di sistema  
bus indirizzi, bus dati, bus controlli  
Memoria: RAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM  
Memoria ciclo di lettura, tempo di accesso  
Accesso all'I/O  
Evoluzione temporale dei segnali  
Macchine di Von Neuman e Harvard  
La CPU RISC e CISC, evoluzione intel in questi anni  
La storia delle CPU, MINI, MAINFRAME, PDP, PC  
Il sistema di I/O, alcuni dispositivi  
La memoria di massa  
Gli stati della CPU: fetch e execute  
La CPU: UO e UC (parte di controllo e parte operativa)  
MAR e MDR  
PC e istruzioni  
registri interni: IR,  
la ALU e i registri dei flag  
La fase di Fetch  
La codifica delle istruzioni  
La decodifica dell'istruzione  
La CPU con un solo bus interno  
La CPU con 3 bus interni  
Il transceiver, tre stati  
Decodifica delle istruzioni e divisione sui cicli  
Logica Cabala  
Logica Microprogrammata, verticale ed orizzontale  
Evoluzione negli anni.

-- L'architettura software di un calcolatore  
hardware e software  
Il firmware, BIOS  
BOOT process  
I driver ed il sistema operativo  
la memoria di configurazione  
le prestazioni: mips e mops,  
tabelle comparative delle prestazioni

-- l'8086  
l'8086, piedinatura  
Struttura interna  
BIU e UC  
registri generali  
registri di segmento  
registri specifici  
PC e IP (program counter ed instruction pointer)  
memorie di massa  
l'8086, i registri di segmento  
indirizzo logico e fisico  
istruzioni di base add, move  
calcolo dell'indirizzo fisico  
risoluzione dei segmenti  
sovrapposizione dei segmenti  
segmenti impliciti per istruzioni  
8086 Modo Minimo  
8282, il buffer latch  
BHE negato e A0  
memoria: 512 + 512 pari e dispari  
accesso ai byte singoli e alla word (tabella)  
Ciclo macchina con ALE  
bus multiplexato e demultiplex via 8282  
8086 modo minimo  
8282 funzionamento  
8286 funzionamento  
SN742245  
espansione di memoria, 256x4, decodifica, ciclo macchina  
mappa di memoria  
struttura interna della memoria, righe e colonne, ras e cas  
struttura delle periferiche di IO  
DREG, CREG, SREG  
io mappato in memoria  
io isolato, iorc, iowc, mrc, mwc  
decodifica degli indirizzi  
8255 architettura ed uso  
selezione 300 H per schede PC  
struttura generica di IO, 74373, 74244  
modalità di gestione dell'IO  
controllo di programma, dav-dac  
evoluzione dei segnali dav, dac  
gestione di programma IO, prog assembly, istruzioni IN OUT, JNZ, LOOP draft  
interruzioni  
programma principale, routine di servizio  
stack, push e pop, lifo, filo  
SS, SP, BP,

-- Il linguaggio Assembly  
Introduzione all'Assembler e al linguaggio Assembly dell'8086  
Piedinatura dell'8086 e multiplexing dei dati e degli indirizzi  
Codici mnemonici  
General purpose registers  
Segment registers  
Registro di stato e IP  
Segmentazione della memoria  
Indirizzamento logico (base e offset) e calcolo dell'indirizzo fisico  
Definizione di stack, definizione di vettore, definizione di stringa e loro rappresentazione in memoria  
Rappresentazione degli indirizzi in notazione esadecimale  
Struttura di base di un programma assembly  
Direttiva <nome> SEGMENT <nome ENDS>  
Direttiva ASSUME  
Label  
Dichiarazione di variabili (DB DW) e di vettori (DUP)  
Primi passi in un programma assembly - Struttura di base di un programma assembly  
Ambiente di sviluppo Borland Turbo Assembler (comandi tasm, tlink, td)

Programma Hello world  
Istruzione MOV  
Modi di indirizzamento: immediato, indiretto, indicizzato, basato indicizzato  
Operazioni aritmetiche e logiche  
(ADD, SBB, ADC, INC, DEC, NEG, MUL, DIV, IMUL, IDIV)  
Ambiente di sviluppo Borland Turbo Assembler (comandi tasm, tlink, td)  
Esercitazione in classe con illustrazione dell'utilizzo del tasm  
Jump non condizionali (JMP). Jump condizionali (JXX: JZ, JE, JG&#8230;). CMP. LOOP.  
Funzioni logiche (AND, OR, XOR, NOT).  
Shift e Rotate (SHL, SHR, SAL, SAR, ROL, ROR, RCL, RCR)  
Definizione di procedure (PROC NEAR, PROC FAR)  
INT 21h con codice di funzione 09h - stampa una stringa  
Esercitazione in classe con illustrazione dell'utilizzo del tasm (esercizio con DIV, uso dello stack, conversione di un numero dal codice ASCII, funzioni del DOS per stampare)  
LEA  
CALL, CALL FAR PTR, RET  
CMP  
Lo stack (PUSH, POP) - Esempio di retrieval di un valore intermedio dallo stack usando BP  
Passaggio di parametri a subroutine tramite registri e tramite stack  
Esempio di definizione di subroutine e loro invocazione, sia intersegment che extrasegment  
INT 21h con codice in AH :01h - leggi tastiera con eco,  
02h - stampa un carattere, 0Ah - input da tastiera bufferizzato, 4Ch - termina un processo.  
Esercitazione: stampa a schermo di una stringa rovesciata  
Esercitazione: stampa a schermo di una stringa di caratteri minuscoli presi in input, ma stampati maiuscoli  
INT 10h - funzioni del BIOS:  
pulitura dello schermo, posizionamento del cursore, lettura del cursore  
Interrupt Service Routine (ISR)  
Come si definisce una propria ISR: scrittura diretta della vector table,  
uso della funzione del DOS 25h.  
IRET  
Esercitazioni: lettura con ciclo di un numero di 4 cifre da tastiera, conversione da caratteri a numero puro, uso della divisione per 10 per ottenere la cifra meno significativa in DX e inserimento nello stack, stampa a video  
Esercitazioni: valore di ritorno di una procedura nello stack  
Esercitazioni: esempi con chiamate dell'INT 10h  
Assemblatore in due passi  
Tabella dei simboli  
Linker  
Rilocazione e Loader

**Disciplina:** N019IEL **CALCOLO NUMERICO**

MAT/08

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 25 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MORINI BENEDETTA

P2 MAT/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Gli studenti dello scorso anno che hanno seguito il corso tenuto dal Prof. Fontanella possono fare riferimento al programma svolto dal Professore.

Per il corso 2002/2003:

**ANALISI DELL'ERRORE:** Rappresentazione in base di numeri interi e reali;  
Algoritmi di conversione; Numeri di macchina, precisione finita, underflow, overflow; Aritmetica di precisione finita.

**SISTEMI LINEARI:** Norme vettoriali e matriciali; Condizionamento;  
Metodi diretti per la soluzione di sistemi lineari: Il metodo di Gauss, stabilita' e strategie di pivot; Calcolo del determinante e della matrice inversa;

**EQUAZIONI NON LINEARI:** Metodo di Bisezione, metodo di Newton:  
descrizione ed analisi della proprieta' di convergenza;  
Criteri di arresto per la definizione di algoritmi.

**INTERPOLAZIONE E APPROSSIMAZIONE:** La migliore approssimazione ai minimi quadrati; Il problema dell'interpolazione lineare polinomiale; Forma di Newton del polinomio interpolante; Espressione dell'errore  
Cenno all'uso dell'interpolazione nell'integrazione numerica

**Disciplina:** N003IEL **CHIMICA**

CHIM/07

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 25 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** PAOLI PAOLA

P2

CHIM/07

**Copertura:** TITAN

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Atomi, ioni e molecole: il modello atomico della materia; le particelle subatomiche; peso atomico, peso molecolare, mole. Cenni di radioattività e chimica nucleare.

La struttura elettronica della materia: Il principio di indeterminazione di Heisenberg; la radiazione elettromagnetica; interazione luce-materia: spettri di assorbimento e di emissione; il dualismo onda-particella e la relazione di De Broglie. La meccanica ondulatoria; l'equazione di Schrodinger; autofunzioni ed autovalori; i numeri quantici; orbitali s, p, d, f; la funzione d'onda in coordinate polari; significato fisico della funzione d'onda. Gli atomi polielettronici; il numero quantico di spin; l'effetto schermo; andamento dell'energia degli orbitali in funzione di Z; regole per il riempimento degli orbitali (minima energia, Pauli, Hund); tavola periodica degli elementi; grandezze periodiche: energia di ionizzazione, affinità elettronica, raggio atomico.

Il legame chimico: legame covalente; l'ibridazione e la geometria delle molecole; la risonanza; l'elettronegatività; legami covalenti polari; legame ionico; teoria dell'orbitale molecolare; legame metallico; conduttori, isolanti e semiconduttori.

Lo stato solido. Solidi amorfi e solidi cristallini. Classificazione dei solidi in ionici, molecolari, metallici e covalenti. Esempi e proprietà principali dei differenti tipi di solidi.

Le reazioni chimiche. Le reazioni di ossido-riduzione. Il numero di ossidazione. Bilanciamento di una reazione di ossido-riduzione.

Elettrochimica. Le pile; l'equazione di Nernst; spontaneità e spostamento delle reazioni redox; esempi di pile utilizzate nella pratica; la corrosione.



**Disciplina:** N188IEL    **CIRCUITI INTEGRATI A MICROONDE**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5    **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** PAGANI MAURIZIO VALERIO    25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

**Disciplina:** N192IEL    **COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA I**    ING-INF/07

**Corso di Studio:** IEL    0060786    **Crediti:** 5    **Tipo:** M

**Note:** BIO, AUT, PEELE Mutuato da c.l. ELE v.o.

**Docente:** MILLANTA LUIGI    P2    ING-INF/0    **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N171IEL **COMPLEMENTI DI FISICA**

FIS/01

**Corso di Studio:** IEL IIN

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** PRELE

**Docente:** SAMPOLI MARCO

P1 FIS/01

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Richiami di elettromagnetismo e della propagazione delle onde.

Le onde come particelle. Le particelle come onde. Le basi della meccanica quantistica. Teoria quantistica degli atomi e delle molecole. Teoria delle bande nei solidi. Conduzione elettrica e conduzione termica. Semiconduttori. Diodi a giunzione ed ad effetto tunnel. Transistori a giunzione ed ad effetto di campo.

**Disciplina:** N163IEL **COMPLEMENTI DI MATEMATICA II**

MAT/05

**Corso di Studio:** IEL 0060816

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** AUT, PRELE Mut. da Teoria delle fun cc.ll. ELE TLC V.O IDT

**Docente:** MARINI MAURO

P1 MAT/05

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

#### PROGRAMMA A.A. 2002/2003

- 1) Richiami sui numeri complessi
- 2) Primi elementi sulle funzioni complesse di variabile complessa
- 3) Teoria dei Residui
- 4) Trasformata di Laplace
- 5) Trasformata Zeta
- 6) Primi elementi sulla trasformata di Fourier

#### PROGRAMMA DETTAGLIATO

##### 1) RICHIAMI SUI NUMERI COMPLESSI

Forma algebrica, forma trigonometrica, forma esponenziale. Leggi di De Moivre. Equazioni algebriche e radici. L'esponenziale in campo complesso e proprietà.

##### 2) FUNZIONI COMPLESSE

Funzioni complesse come trasformazioni piane. Continuità e derivabilità. Formule di Cauchy-Riemann. Funzioni analitiche. Integrale in campo complesso. Teorema di Cauchy e conseguenze. Sviluppabilità in serie di potenze di funzioni analitiche. Alcuni sviluppi notevoli [esponenziale, seno, coseno,  $(1-s)^{-1}$ ].

##### 3) TEORIA DEI RESIDUI

Serie di Laurent. Classificazione delle singolarità. Singolarità eliminabili, polari, essenziali e loro caratterizzazione. Il concetto di Residuo al finito. Primo teorema dei Residui e calcolo di Residui. Serie di Laurent all'infinito. Residuo all'infinito e Secondo Teorema dei Residui. Calcolo di Integrali in campo complesso.

##### 4) TRASFORMATA DI LAPLACE

Funzioni di ordine esponenziale. Ascissa di Convergenza. Trasformata di Laplace e analiticità. Prime proprietà: linearità, smorzamento, omotetia, ritardo, "moltiplicazione per t". Trasformate di funzioni elementari: la funzione scalino, funzioni esponenziale, seno, coseno, polinomi.

Primo Teorema della derivazione e applicazione alla risoluzione di equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti. Trasformata di Laplace della Funzione integrale. Trasformata di Funzioni periodiche. La convoluzione. Antitrasformata di funzioni razionali.

Funzioni di trasferimento per sistemi tempo-invarianti. La trasformata di Laplace nell'analisi e sintesi di circuiti RCL.

##### 5) TRASFORMATA ZETA

Richiami sulle serie di potenze. Campionamento di segnali. Cenno sul Teorema del campionamento. Raggio di convergenza. Trasformata Zeta. Trasformate di campionamenti elementari. Le proprietà dello smorzamento, della "moltiplicazione per n", della traslazione. Antitrasformata Zeta e calcolo nel caso razionale. Il procedimento della "divisione lunga". La trasformata Zeta nell'analisi di sistemi tempo-discreti e nella trasmissione di segnali.

##### 6) TRASFORMATA DI FOURIER

Richiami sulla serie di Fourier in forma complessa. Definizione della trasformata di Fourier. Formula della antitrasformata. Proprietà dell'omotetia, traslazione, smorzamento, derivazione e "moltiplicazione per t".

**Note:**

---

COMUNICAZIONI ELETTRICHE I (A.A. 2002/2003)

Introduzione ai segnali: Definizioni di informazione, segnale e sistema di comunicazione. Segnali determinati e segnali aleatori. Segnali continui ad energia finita e a potenza media finita, segnali a tempo discreto, segnali numerici o digitali. Segnali aperiodici, segnali periodici e segnali ciclici. Esempi.

Lo spazio dei segnali: Lo spazio dei segnali a tempo continuo. Rappresentazione discreta di segnali continui.

Analisi di Fourier: Sviluppo in serie di Fourier di segnali periodici e di segnali ad energia finita. Esempi di applicazione dello sviluppo in serie di Fourier. Definizione di trasformata di Fourier ed esempi di calcolo. Valutazione grafica dell'integrale di convoluzione. Autocorrelazione, cross-correlazione e teorema di Parseval. La funzione delta di Dirac: definizione e proprietà. Trasformata di Fourier di segnali generalizzati: impulso unitario, impulso esponenziale, funzione segno, gradino unitario, segnale triangolare, segnali periodici, treno di delta di Dirac (Dirac comb). Definizione di banda di un segnale.

Trasformazioni lineari di segnali a tempo continuo: Caratterizzazione dei sistemi elettronici: sistemi lineari, sistemi tempo-invarianti, sistemi causali, sistemi stabili, sistemi dispersivi, sistemi attivi e passivi. Caratterizzazione analitica del funzionamento dei sistemi LTI. Condizioni di fisica realizzabilità. Analisi di sistemi LTI nel dominio della frequenza: la funzione di trasferimento o risposta in frequenza del sistema, suo significato fisico, relazione ingresso/uscita, relazione tra le densità spettrali di energia in ingresso e in uscita. Condizioni di non distorsione: distorsioni lineari, distorsione di ampiezza e distorsione di fase. Guadagno di un sistema LTI. Sistemi filtranti: filtri passa-basso e filtri passa-banda, definizione di banda passante di un filtro.

Involuppo complesso di un segnale passabanda: Trasformata di Hilbert. Involuppo complesso associato ad un segnale passa banda ad energia finita. Rappresentazione canonica di segnali passa-banda.

Campionamento dei segnali : Teorema del campionamento per segnali ad energia finita e banda limitata: spettro del segnale campionato, criterio di Nyquist, ricostruzione del segnale analogico per interpolazione. Aliasing. Campionamento naturale. Campionamento sample-and-hold. Campionamento di segnali passa-banda (del 2° ordine). Esempi

**Corso di Studio:** IEL IDT **Crediti:** 5 **Tipo:** A**Note:** .**Docente:** ALPARONE LUCIANO P2 ING-INF/0 **Copertura:** AFF03**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

1. Generalità sulla trasmissione dell'informazione e richiami sull'analisi nel tempo e in frequenza (1.5 crediti). Trasmissione a distanza dell'informazione. Trasmissione mediante energia elettromagnetica. Bande di frequenza. Trasmissione su linee, cavi e guide d'onda. Trasmissione con sistemi irradianti. Comunicazioni radio e televisive. Struttura a blocchi di un sistema di comunicazione. Tipi di segnali. Segnale fonico e segnale televisivo. Cenni sugli standard televisivi. Sistemi non lineari (dispersivi in frequenza): distorsione armonica e sua misura. Richiami sul campionamento passa basso e a banda stretta e sui sistemi a dati campionati. Processi aleatori. Stazionarietà in senso stretto e in senso lato. Ergodicità. Funzione di autocorrelazione e densità spettrale di potenza. Processi gaussiani. Trasformazioni lineari di processi aleatori. Rumore a banda stretta.

### 2. Teoria della modulazione (2 crediti)

Oscillazioni sinusoidali modulate. Modulazione di ampiezza. Modulazione a banda stretta. Involuppo di modulazione. Indice di modulazione. Demodulazione incoerente di ampiezza a valore di cresta. Modulazione di ampiezza con una banda laterale soppressa, con portante soppressa (DSB), con portante e banda laterale soppressa (SSB). Modulazione a banda vestigiale con e senza portante. Modulazione in quadratura (QAM). Demodulazione coerente di ampiezza (a prodotto). Oscillazioni sinusoidali modulate in argomento: in frequenza (FM) e in fase (PM). Indici di modulazione di frequenza e di fase. Spettri delle modulazioni angolari. Modulatori di frequenza e di fase. Demodulazione di frequenza: con derivatore e con discriminatore a rapporto. Sistemi multiplex a divisione di frequenza (FDM). Fenomeni d'intermodulazione nei sistemi FDM. Modulazioni impulsive in banda base: PAM e PPM. Modulazione in codice (PCM). Sistemi multiplex a divisione di tempo (TDM). Multiplex telefonici (cenni). Modulazione delta fissa e adattativa.

### 3. Ricezione di segnali modulati in presenza di rumore (1.5 crediti)

Calcolo del rapporto segnale-disturbo nelle modulazioni di ampiezza con e senza portante e banda laterale soppressa. Modulazione incoerente: effetto soglia. Calcolo del rapporto segnale-disturbo nelle modulazioni angolari: modulazione di fase e di frequenza. Effetto soglia. Preenfasi e deenfasi. Comportamento delle modulazioni impulsive in presenza di rumore. Cenni di teoria della decisione Bayesiana: decisione ML e MAP. Probabilità d'errore del PAM a 2 e a M livelli. Probabilità d'errore del PPM a 2 livelli. Ricevitore PCM: sincronizzazione di bit e di trama. Cifra di rumore di un apparato. Temperatura equivalente d'antenna. Temperatura di rumore d'apparato. Stadii in cascata con ripetitori rigenerativi e non. Calcoli di massima su di un collegamento.

**Disciplina:** N175IEL    **CONTROLLI AUTOMATICI**

ING-INF/04

**Corso di Studio:** IEL    0060784

**Crediti:** 5    **Tipo:** M

**Note:** Mutuato da Controlli automatici c.l. ELE

**Docente:** TESI ALBERTO

P1

ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

ANNO ACCADEMICO 2002/2003

1. Il problema del controllo.

Schemi di controllo; controllo in catena aperta e controllo in retroazione. Richiami sulle proprietà dei sistemi di controllo con retroazione: stabilità interna e criterio di Nyquist, margini di fase e di guadagno, risposta in frequenza, regime permanente e transitorio.

2. Tecniche di sintesi di controllori.

Sintesi per tentativi; specifiche di controllo; progetto delle reti correttrici elementari; casi non standard. Sintesi diretta; scelta della funzione di trasferimento ad anello chiuso; progetto del controllore. Regolatori standard; predisposizione dei parametri.

3. Sistemi a dati campionati.

Campionamento e ricostruzione dei segnali. Discretizzazione di un sistema lineare stazionario a tempo continuo; analisi del comportamento dinamico in trasformata Z.. Progetto controllore digitale; tecniche di digitalizzazione controllore analogico (integrazione e matching); tecniche dirette a tempo discreto.

(ultimo aggiornamento 27/01/03)

**Disciplina:** N170IEL **ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE** ING-IND/35

**Corso di Studio:** IEL IDT, IIN **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** RICCI CARLO RC ING-IND/ **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

- 
- L'impresa e le sue principali caratteristiche strutturali;
  - L' impresa ed il mercato;
  - Progettazione della struttura organizzativa di una azienda;
  - L' organizzazione del lavoro;
  - Evoluzione delle forme organizzative;
  - L' unità tecnologica elementare;
  - Foreme di società;
  - Economia e gestione dell' impresa;
  - Capitale aziendale e bilancio di esercizio.Contabilità;
  - Analisi del punto di opareggio;Politiche dei prezzi e valutazione dlle alternative aziendali;
  - Contabilità industriale. Controllo budgetario. Nuovi metodi;
  - Gestione economico-finanziaria. Riclassificazione. Analisi per indici.
- Analisi per flusso di cassa;
- Investimenti e scelte di gestione;
-



**Disciplina:** N176IEL **ELABORAZIONE DEI SEGNALI NEI SISTEMI** ING-INF/04  
**DI CONTROLLO**

**Corso di Studio:** IEL 0061060 **Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** AUT Mutuato da Identificaz. dei modelli . c.l. ELE, INF TLC

**Docente:** ZAPPA GIOVANNI P1 ING-INF/0 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

PROGRAMMA A.A. 2002/2003

Digitalizzazione dei segnali.

Campionamento: ideale, di segnali in bassa frequenza, di segnali in alta frequenza, delle componenti in fase e quadratura, di segnali aleatori. Conversione digitale di frequenza. Campionamento reale. Ricostruzione (D/A).

Quantizzazione. Rapporto segnale-rumore di quantizzazione.

Analisi dei sistemi discreti tempo-invarianti

Sistemi discreti: linearità, tempo-invarianza, causalità, stabilità. Sistemi a fase lineare e a fase minima. Energia e potenza. Trasformata Zeta. Trasformata di Fourier.

Risposta impulsiva. Equazioni alle differenze finite.

Funzione di trasferimento. Risposta in frequenza: di ampiezza e di fase.

Filtraggio di segnali aleatori.

Equivalenza fra filtraggio analogico e numerico. Simulazione numerica di sistemi analogici.

Trasformata Discreta di Fourier (DFT)

Proprietà. Relazione con la Trasformata di Fourier e la Trasformata Zeta.

Algoritmi veloci per la DFT: Trasformata veloce di Fourier (FFT). Algoritmi radice-2 con decimazione nel tempo e in frequenza. Variazioni ed estensioni: radice-4 e algoritmi misti (cenni).

Progetto di filtri numerici a risposta impulsiva finita (FIR)

Proprietà dei filtri FIR. FIR a fase lineare. Filtri 'half-band'.

Metodi di progetto: delle finestre, del campionamento in frequenza, con il criterio di Chebychev. Formule di progetto.

Esempi: passa-banda generalizzato, derivatore, trasformatore di Hilbert.

Strutture realizzative.

Progetto di filtri numerici a risposta impulsiva infinita (IIR)

Strutture generale. Stabilità. Sezioni del primo e del secondo ordine. Passa tutto. IIR a fase minima.

Metodi di progetto: da prototipi analogici, diretti.

Strutture realizzative.

Confronto FIR e IIR.

Realizzazione di sistemi di elaborazione numerica dei segnali

Caratteristiche degli algoritmi e dei sistemi di elaborazione numerica dei segnali.

Complessità realizzativa: parametri per la sua valutazione.

Componenti elementari: moltiplicatori, moltiplicatori-accumulatori, memorie, circuiti ausiliari. Digital Signal Processor (DSP). Realizzazione VLSI (cenni).

Applicazioni

Applicazioni della DFT: convoluzione lineare, correlazione, stime spettrali.

Segnale analitico discreto. Filtri in quadratura. Traslazione di frequenza e modulazione SSB.

Generazione delle componenti in fase e quadratura.

Modem per comunicazioni numeriche

Esercitazioni

Generazione numerica di segnali aleatori

Esperienze di laboratorio sulla acquisizione, elaborazione e restituzione di segnali numerici.

Stime spettrali mediante FFT.

Progetto di filtri FIR e IIR.

Esperienze di laboratorio sulle applicazioni.

Ricostruzione di segnali da compact disc.

- Generalità sui circuiti integrati digitali

Principali caratteristiche operative dei circuiti integrati delle serie logiche avanzate. Stato dell'arte, parametri significativi. Logiche a bassa tensione. Consumo di potenza. Margini di rumore, problemi di fan-out e di interconnessione. Compatibilità tra integrati logici di famiglie diverse. Pilotaggi (I/O) non convenzionali di circuiti integrati logici. Problematiche tipiche dei "bus": conflitti e "floating" bus. Malfunzionamenti tipici dei circuiti logici, scariche elettrostatiche, SCR latch-up. Cenni sulle problematiche di progetto di sistemi digitali ad alta velocità

- Componenti tipici dei sistemi digitali e loro temporizzazione

Temporizzazione di circuiti digitali basati su buffers, bus-switch, registri, latches, contatori sincroni e asincroni, contatori programmabili, memorie digitali (RAM, RAM multiporta, FIFO), interruttori CMOS, convertitori D/A, moltiplicatori D/A a 2 e 4 quadranti, sintetizzatori (DDS). Valutazione delle massime frequenze operative.

- Esercitazioni di laboratorio

Le esercitazioni saranno organizzate dividendo gli studenti in gruppi. A ciascun gruppo sarà affidato un modulo di valutazione DSP da PC. Gli studenti affronteranno problematiche quali: funzionamento di un emulatore, interfaccia tra PC e DSP, DSP e comuni dispositivi come convertitori A/D e memorie.

**Note:**

---

Programma del corso di Elettronica 1Anno Accademico 2001-2002 (Nuovo Ordinamento):

Richiami di Fisica:

- Particelle Cariche.
- Campo Elettrico, Potenziale ed Energia.
- Il concetto di Elettrovolta.
- La natura dell'Atomo.
- Livelli Energetici negli Atomi.
- Struttura Elettronica degli Elementi.
- Teoria delle Bande Energetiche.
- Isolanti, Semiconduttori e Metalli.

Il Fenomeno del Trasporto nei Semiconduttori:

- Mobilità e Conducibilità.
- Elettroni e Lacune in un Semiconduttore Intrinseco.
- Impurità dei Donatori e degli Accettori.
- Densità di carica in un Semiconduttore.
- Proprietà elettriche dei Semiconduttori.
- Distribuzione dell'Energia degli Elettroni in un Metallo.
- Funzione di Fermi-Dirac.
- La Densità di Stati.
- Concentrazione dei portatori in un Semiconduttore Intrinseco.
- Livello di Fermi in un Semiconduttore intrinseco.
- Livello di Fermi in un Semiconduttore Drogato.
- Generazione e Ricombinazione delle Cariche.
- Diffusione.
- Equazione di Continuità.
- Iniezione dei Portatori Minoritari.
- Variazione del Potenziale in un Semiconduttore a Drogaggio Graduale.

La Giunzione PN:

- La Giunzione PN.
- La Struttura a Bande di una Giunzione PN in circuito aperto.
- Il Potenziale di Contatto.
- La relazione di Einstein.
- La Polarizzazione Diretta ed Inversa della Giunzione.
- Contatto Ohmico.
- Giunzione PN in condizione di Circuito Chiuso e di Circuito Aperto.
- Legge della Giunzione.
- Le Componenti di Corrente in un Diodo PN.
- La Regione di Transizione.
- La Caratteristica Tensione Corrente.
- La dipendenza della Caratteristica dalla Temperatura.
- La Resistenza del Diodo.
- La Capacità di Transizione.
- Diodo a Controllo di Carica.
- Capacità di Diffusione.
- Tempo di Commutazione di un Diodo
- Breakdown in un Diodo.
- Diodo come Elemento di un Circuito.
- La Retta di Carico.

Il Transistor Bipolare (BJT).

- Il Transistor a Giunzione.
- Il Transistor in Circuito Aperto.
- Il transistor Polarizzato in Regione Attiva.
- Componenti di Corrente in un Transistor.
- Equazione Generalizzata del Transistor.
- Il Transistor come Amplificatore.
- Configurazione Base Comune.
- Effetto Early
- Configurazione Emittitore Comune.
- La Regione di Cut-Off in Configurazione Emittitore Comune.
- La Regione di Saturazione in Configurazione Emittitore Comune.
- Guadagno di Corrente in configurazione Emittitore Comune.
- La configurazione Collettore Comune.
- Il Modello di Ebers-Moll.
- Breakdown per Moltiplicazione a Valanga.
- Reach-through.

#### Il Transistor Bipolare a Bassa Frequenza:

- Analisi Grafica di un BJT in Configurazione Emittitore Comune.
- I Parametri Ibridi
- Modello a Parametri Ibridi del Transistor.
- I Parametri h
- Variazioni dei Parametri Ibridi.
- Formule di Conversione fra i tre Parametri Ibridi.
- Analisi di Amplificatori Utilizzando i Parametri Ibridi.
- Inseguitore di Emittitore.
- Teorema di Miller.
- Cascade di amplificatori.
- Analisi con Modello a Parametri Ibridi Semplificato.
- Emittitore Comune con resistenza di Emittitore.
- Circuiti a Transistor con Elevata Impedenza di Ingresso.

#### Il Transistor a Effetto di Campo: JFET

- Principio di Funzionamento.
- Modello a Piccolo segnale.
- Componenti Capacitive
- Saturazione delle Caratteristiche.

#### Il Transistor MOS.

- Il Condensatore MOS.
- Il Principio di Funzionamento del MOS.
- MOS a Canale N e a Canale P.
- MOS a Arricchimento e a Svuotamento.

## ELETTRONICA II

### Nuovo Ordinamento

Amplificatori con reazione: classificazione, concetto di reazione, vantaggi della retroazione negativa, retroazione positiva, analisi delle quattro configurazioni, criteri di stabilità (Nyquist e Bode). Condizioni di Barkhausen. Oscillatori sinusoidali. Oscillatori a sfasamento. Oscillatori a tre punti. Oscillatori a cristallo. Amplificatore operazionale ideale e circuiti applicativi: configurazione invertente e non, inseguitore di tensione, sommatore, sottrattore, convertitore tensione-corrente, integratore, derivatore. Specchi di corrente singoli e multipli. Amplificatore operazionale reale: amplificatore differenziale, schema generale, parametri in continua e dinamici. Analisi dello schema di un amplificatore operazionale reale. Tecniche di compensazione a polo dominante con rete esterna e per effetto Miller. Applicazioni non lineari degli amplificatori operazionali: raddrizzatore di precisione a singola e doppia semionda. Comparatori, trigger di Schmitt. Multivibratore astabile. Convertitore tensione-frequenza (VCO) Generatori di forme d'onda quadra e triangolare.

### Esercitazioni di laboratorio

#### Parte I

- 1) Oscilloscopio, sonda compensata.
- 2) Controllore di potenza a impulsi sincronizzati con la rete e TRIAC
- 3) Amplificatore in classe AB in controfase
- 4) Amplificatore in classe D
- 5) Caratterizzazione di stabilizzatori di tensione integrati e a componenti discreti
- 6) Verifica del funzionamento di un soppressore di sovratensioni con dispositivo MOV

#### Parte II

- 1) Caratterizzazione della risposta in frequenza di quadripoli passivi
- 2) Misura della risposta in frequenza e della tensione di offset di un ampl. operazionale.
- 3) Raddrizzatore di precisione a singola e doppia semionda
- 4) Oscillatore a sfasamento con operazionale
- 5) Oscillatore a quarzo tipo Colpitts

**Disciplina:** N198IEL **ELETTRONICA INDUSTRIALE**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL 0061058

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** PRELE Mutuato da Elettronica II c.l. ELE v.o.

**Docente:** MASOTTI LEONARDO

P1 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

A.A. 2002 - 2003

Nuovo Ordinamento

ELETTRONICA INDUSTRIALE (Nuovo Ordinamento)

Dispositivi a quattro strati (scr, triac, diac); caratteristiche e circuiti di controllo. Sistema di trasferimento delle informazioni mediante canale ottico. Alimentatori a dissipazione: schema a blocchi e definizione dei parametri di stabilizzazione. Regolatori di tensione con diodo zener. Alimentatori a commutazione. Circuiti Forward e Flyback. Sistemi di controllo della potenza mediante dispositivi a quattro strati.

Dispositivi di soppressione delle sovratensioni: Mov, Spark- gaps, surgettori.

Classificazione degli stadi amplificatori: A,B, AB, C, D. Amplificatori in classe A con accoppiamento diretto o a trasformatore del carico Amplificatori in classe B e AB a simmetria complementare e con pilotaggio in controfase. Amplificatori integrati di potenza in configurazione a ponte. Amplificatori in classe D. Distorsione armonica totale. Calcolo del rendimento. Progetto termico.

Esercitazioni di laboratorio

Parte I

- 1) Oscilloscopio, sonda compensata.
- 2) Controllore di potenza a impulsi sincronizzati con la rete e TRIAC
- 3) Amplificatore in classe AB in controfase
- 4) Amplificatore in classe D
- 5) Caratterizzazione di stabilizzatori di tensione integrati e a componenti discreti
- 6) Verifica del funzionamento di un soppressore di sovratensioni con dispositivo MOV

**Disciplina:** N193IEL **ELETTRONICA PER LE TELECOMUNICAZIONI I** ING-INF/01  
**Corso di Studio:** IEL IDT **Crediti:** 5 **Tipo:** A  
**Note:** PRELE  
**Docente:** PIERACCINI MASSIMILIANO RC ING-INF/0 **Copertura:** AFF03  
**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

1. Amplificatori in regione non lineare.
2. Amplificatori con carico selettivo.
3. Amplificatori di potenza a RF
4. Oscillatori a RF.
5. Miscelatori (mixer)
6. Filtri attivi a RF
7. Convertitori di frequenza, modulatori/demodulatori
8. Anello ad aggancio di fase (PLL).
9. Dispositivi DDS (Direct Digital Synthesis) per telecomunicazioni
10. Sistemi di trasmissione e ricezione

Esercitazioni di laboratorio: il corso prevede esercitazioni di laboratorio sugli argomenti svolti con cadenza settimanale.



**Disciplina:** N174IEL **ELETTROTECNICA INDUSTRIALE**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** AUT, PRELE

**Docente:** REATTI ALBERTO

P2 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Circuiti trifase.

Principi di funzionamento e caratteristiche delle principali macchine elettriche.

Sicurezza e normativa degli impianti elettrici.

Criteri di dimensionamento degli impianti elettrici in Bassa Tensione.

Il corso si svolge anche per mezzo di esercitazioni in laboratorio finalizzate all'uso di software generici di calcolo (MATCAD - MATLAB) e SW specifici per il dimensionamento degli impianti elettrici.

**Disciplina:** N352IEL **FISICA**

FIS/01

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 25 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BRUZZI MARA

P2 FIS/01

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

## 1. CINEMATICA DEL PUNTO

### 1.1 Moto rettilineo

I concetti fondamentali: posizione, velocità, accelerazione. Integrazione dell'accelerazione e significato delle condizioni iniziali. Moto rettilineo uniforme e uniformemente accelerato. Esempi: caduta da fermo di un grave. Caduta di un grave con velocità iniziale non nulla. Il moto armonico. Il moto smorzato.

### 1.2 Moto nel piano

Rappresentazione della posizione nel piano: ascissa curvilinea e vettore posizione. Moto circolare uniforme. Moto parabolico dei corpi. Accelerazione tangenziale e centripeta. velocità angolare.

## 2. Dinamica del punto materiale

### 2.1 Le leggi di Newton

Concetto di forza. Principio di inerzia. Leggi di Newton. Quantità di moto e impulso. Reazioni vincolari: reazione di un piano e tensione di una fune. Attrazione gravitazionale e forza peso. Forza elastica. Forza centripeta. Forza di attrito statico. Forza di attrito dinamico radente. Moto su un piano inclinato. Moto su curva sopraelevata. Moto su curva piana. Pendolo conico. Moto su una circonferenza disposta su un piano verticale. Pendolo semplice.

### 2.2 Lavoro ed energia

Lavoro di una forza. Energia cinetica. Teorema dell'energia cinetica. Lavoro della forza peso. Lavoro della forza elastica. Lavoro di una forza di attrito radente. Forze conservative ed energia potenziale. Energia potenziale gravitazionale. Energia potenziale elastica. Principio di conservazione dell'energia meccanica. Non conservazione dell'energia a causa di fenomeni dissipativi.

### 2.3 Momenti

Momento angolare. Momento di una forza. Teorema del momento angolare.

## 3. Dinamica dei sistemi di punti materiali e dei corpi estesi

Forze interne ed esterne. Centro di massa. Teorema del centro di massa. Principio di conservazione della quantità di moto. teorema del momento angolare. Principio di conservazione del momento angolare.

## 4. Dinamica dei corpi estesi

Densità. Posizione del centro di massa in un corpo continuo. Baricentro. Momento di inerzia. Equazioni del moto di un corpo rigido. Moto di puro rotolamento. Equilibrio statico del corpo rigido.

**Meccanica dei Fluidi**

Pressione - Legge di Stevino - principio dei vasi comunicanti - Barometro di Torricelli - manometro - pressione atmosferica - Principio di Archimede - Viscosita' di un fluido - Portata massica e volumetrica - Equazione di Bernoulli - Legge di Stokes - Effetto Venturi - Teorema di Torricelli.

**Cenni alla Termodinamica**

Misura della Temperatura : scale Fahrenheit e celsius - Termometro a gas perfetto Scala Kelvin - Equilibrio termodinamico - Effetti termici del lavoro meccanico: mulinello di Joule - Energia interna - pareti adiabatiche e diatermiche - Calore e Lavoro - Primo principio della termodinamica - calore specifico e capacita' termica -equilibrio termodinamico - Gas perfetto - Equazione di stato dei gas perfetti - costante di Boltzmann - Numero di Avogadro - Calori specifici a pressione e volume costante nei gas perfetti - Relazione di Mayer - Trasformazioni : isoterma, adiabatica, isobara, isocora, nei gas perfetti - Trasformazioni cicliche - Il principio della termodinamica: enunciato di Kelvin-Planck - rendimento - rendimento limite: ciclo di Carnot.

**Elettrostatica nel vuoto**

Cariche elettriche, isolanti e conduttori; struttura elettrica della materia: elettrone, protone e neutrone, la legge di Coulomb, campo elettrostatico: definizione, linee di forza del campo elettrostatico, campo elettrostatico prodotto da distribuzioni continue di carica, lavoro della forza elettrica; potenziale elettrostatico; energia potenziale elettrostatica; il campo come gradiente del potenziale, applicazione del teorema di Stokes al campo elettrostatico. Potenziale e campo elettrico di un dipolo elettrico, energia potenziale intrinseca, forze e momenti sul dipolo elettrico. Flusso del campo elettrico, legge di Gauss ed applicazioni, legge di Gauss in forma differenziale, divergenza di un campo vettoriale, equazioni di Maxwell per l'elettrostatica, equazioni di Poisson e Laplace. Teorema di Coulomb. Capacita' di un conduttore isolato, conduttore cavo e schermo elettrostatico, condensatori: sferico, cilindrico, piano. Collegamento di condensatori: parallelo e serie. Energia del campo elettrostatico; energia di un sistema di cariche. Forza tra le armature di un condensatore, pressione elettrostatica.

**Dielettrici**

Polarizzazione dei dielettrici: vettore P, campo elettrico prodotto da un dielettrico polarizzato, densita' superficiale e spaziale di cariche di polarizzazione, campo elettrico all'interno di un dielettrico polarizzato, equazioni generali dell'elettrostatica in presenza di dielettrici, il vettore induzione dielettrica D, dielettrici lineari ed omogenei, isotropi ed anisotropi, costante dielettrica relativa, suscettivita' elettrica, discontinuita' dei campi sulla superficie di separazione tra due dielettrici, energia elettrostatica nei dielettrici.

**Conduzione elettrica**

Corrente elettrica e densita' di corrente elettrica, equazione di continuita', regime stazionario, modello classico della conduzione elettrica, legge di Ohm, conducibilita', resistivita', mobilita' e velocita' di deriva, legge di Ohm per i conduttori metallici, resistenza elettrica, calcolo della resistenza di conduttori tridimensionali, resistori in serie e parallelo, effetto Joule, forza elettromotrice, legge di Ohm generalizzata, carica e scarica di un condensatore attraverso un resistore, pila Daniell.

**Magnetostatica nel vuoto**

Linee di flusso del campo magnetico, legge di Gauss per il campo magnetico, forza magnetica su una carica in moto, forza magnetica su un conduttore percorso da corrente, momenti meccanici su circuiti piani, principio di equivalenza di Ampere, effetto Hall. Moto di una particella carica in un campo magnetico. Campo magnetico prodotto da una corrente: prima legge elementare di Laplace, permeabilita' magnetica del vuoto, legge di Ampere-Laplace, legge di Biot-Savart, legge di Ampere; campo magnetico prodotto: da una spira circolare sul suo asse, da un solenoide rettilineo finito ed indefinito, da un solenoide toroidale, da una corrente piana indefinita. Forza agente tra circuiti percorsi da corrente. Flusso tra circuiti, autoflusso, coefficienti di mutua induzione e di autoinduzione. Flusso tagliato e flusso concatenato.

**Proprietà magnetiche della materia**

Magnetizzazione della materia, sostanze diamagnetiche, paramagnetiche, ferromagnetiche, permeabilita' magnetica relativa e suscettivita' magnetica, meccanismi di magnetizzazione e correnti amperiane, equazioni generali della magnetostatica, legge di Ampere per il campo H, equazione di stato del mezzo magnetizzato, ciclo di isteresi, discontinuita' dei campi sulla superficie di separazione tra due mezzi magnetizzati.

Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo

Legge di Faraday-Neumann-Lenz dell'induzione elettromagnetica, origine fisica della forza elettromotrice indotta, applicazioni della legge di Faraday: attrito elettromagnetico, generatori, motori, correnti di Foucault. F.e.m. di autoinduzione, circuiti RL. Energia magnetica. Corrente di spostamento, legge di Ampere; Maxwell. Equazioni di Maxwell nel vuoto ed in presenza di mezzi materiali in forma integrale e differenziale, densità di energia elettromagnetica.

**Disciplina:** N276IEL **FISIOLOGIA**

E06A

**Corso di Studio:** IEL 0061061

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** BIO Mutuato da c.l. Ele v.o.

**Docente:** CIOCIA GRAZIANO

P3 E06A

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

L'ORGANISMO NEL SUO INSIEME. Organi ed apparati. La cellula, i tessuti. La membrana cellulare. L'ambiente intra- ed extracellulare. Potenziale di riposo e di azione. I tessuti eccitabili.

IL SISTEMA NERVOSO. S.N. somatico. Funzioni motorie. Unità motoria, trasmissione sinaptica. I riflessi somatici. Funzioni sensitive. I recettori. Cenni sulle strutture encefaliche. L'elettroencefalogramma. Il S.N. vegetativo. Organi di senso: occhio, funzione visiva, orecchio, funzione auditiva.

MUSCOLO SCHELETRICO E LISCIO. Struttura, elettrofisiologia, meccanica della contrazione. Accoppiamento eccitazione-contrazione.

APPARATO CARDIOVASCOLARE. Organizzazione. Il miocardio. Eventi elettrici e meccanici del ciclo cardiaco. Il cuore come pompa. La circolazione: arterie, microcircolo, vene. Cenni sui circoli distrettuali. Il controllo cardiovascolare. Il sangue.

APPARATO RESPIRATORIO. La meccanica della respirazione. Gli scambi gassosi alveolari e il rapporto ventilazione/perfusione, il trasporto dei gas. Il controllo del respiro.

LA FUNZIONE RENALE. Filtrazione, riassorbimento, secrezione. Valutazione della funzione renale. Cenni sull'emodialisi.

IL SISTEMA ENDOCRINO. Endocrinologia generale e sistematica delle funzioni controllate dagli ormoni.

**Note:**

1. MODELLISTICA E SIMULAZIONE

- Modelli di stato e ingresso-uscita.
- Modelli lineari a parametri concentrati di sistemi elettrici, meccanici, idraulici e termici.
- Simulazione al calcolatore di sistemi dinamici (MATLAB+SIMULINK).

2. ANALISI DI SISTEMI LINEARI A TEMPO-CONTINUO

- Cenni sulla trasformata e antitrasformata di Laplace
- Funzione di trasferimento e risposta impulsiva
- Analisi della risposta: risposta libera e risposta forzata
- Stabilità
- Criterio di Routh-Hurwitz
- Risposta al gradino
- Analisi armonica
- Risposta in frequenza e sue rappresentazioni grafiche mediante diagrammi di Bode e Nyquist.

3. ANALISI DI SISTEMI A RETROAZIONE

- Stabilità interna
- Criterio di Nyquist
- Margini di stabilità
- Specifiche statiche: errori a regime e tipo del sistema
- Specifiche dinamiche nel dominio del tempo (sovranelongazione, tempo di assestamento e tempo di salita)
- Specifiche dinamiche nel dominio della frequenza (picco di risonanza, banda passante, margine di fase e pulsazione di attraversamento)
- Correlazioni empiriche fra le varie specifiche
- Il luogo delle radici

4. SINTESI DI SISTEMI DI CONTROLLO A RETROAZIONE

- Funzioni compensatrici elementari: funzione attenuatrice ed anticipatrice
- Sintesi per tentativi nel dominio della frequenza
- Sintesi per tentativi mediante il luogo delle radici
- Compensatori PID

**Disciplina:** N168IEL **FONDAMENTI DI ELETTROMAGNETISMO**

ING-INF/02

**Corso di Studio:** IEL IDT

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** FRENI ANGELO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Richiami di matematica - Generalità sui sistemi di coordinate: cartesiane, cilindriche, sferiche. Operazioni differenziali ed integrali su funzioni scalari e vettoriali. Funzione di Dirac. Trasformata di Fourier.

Equazioni di Maxwell - Equazioni di Maxwell in forma differenziale. Equazioni di Maxwell nel dominio della frequenza. Equazioni di Maxwell in un mezzo omogeneo. Equazioni di Maxwell in un mezzo non omogeneo. Onde piane.

Energia associata ad un campo elettromagnetico - Teorema di Poynting nel dominio del tempo. Teorema di Poynting nel dominio della frequenza.

Teoria circuitale delle linee di trasmissione - Costanti primarie di una linea di trasmissione. Tensione e corrente lungo una linea di trasmissione. Costanti secondarie di una linea di trasmissione. Linee prive di perdite: linea adattata, linea aperta, linea in corto circuito, linea chiusa su un carico generico. Linee con piccole perdite. Carta di Smith e suo uso. Adattamento di una linea al carico. Analogia onda piana/linee di trasmissione

**Corso di Studio:** IEL **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MANFREDI CLAUDIA RC ING-INF/0 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

1. Richiami sull'elaborazione elettronica

L'organizzazione del computer

I linguaggi macchina, assembly e di alto livello

La programmazione strutturata

Le basi dell'ambiente C

2. Introduzione alla programmazione in C

Semplici programmi in C: visualizzare una riga di testo, sommare due interi

Nozioni sulla memoria

L'aritmetica del C

Operatori di uguaglianza e relazionali

3. Sviluppo di programmi strutturati

Gli algoritmi

Le strutture di controllo

La struttura di selezione if

La struttura di selezione if/else

La struttura di iterazione while

Gli operatori di assegnamento

Gli operatori di incremento e decremento

4. Il controllo del programma

Gli elementi della iterazione

Iterazione controllata da un contatore

La struttura di iterazione for

La struttura for: note e osservazioni

La struttura di selezione switch

La struttura di iterazione do/while

Gli operatori logici

5. Le funzioni

I moduli di programma in C

Le funzioni della libreria matematica

Le funzioni

Le definizioni di funzione

I prototipi di funzione

Invocare le funzioni: chiamata per valore e per riferimento

Le regole di visibilità

La ricorsione

Esempi di utilizzo della ricorsione: fattoriale, serie di Fibonacci

Ricorsione e iterazione

6. I vettori

La dichiarazione dei vettori

Esempi di utilizzo dei vettori

Passare i vettori alle funzioni

I vettori multidimensionali

7. I puntatori

Dichiarazione e inizializzazione dei puntatori

Gli operatori sui puntatori

La chiamata per riferimento delle funzioni

Le espressioni con i puntatori e l'aritmetica dei puntatori

I puntatori a funzioni



I caratteri e le stringhe  
I concetti fondamentali delle stringhe e dei caratteri  
Le funzioni della libreria per l' input/output standard

8. La formattazione dell' input/output  
Printf e scanf  
Visualizzare interi, numeri in virgola mobile, stringhe e caratteri

9. Le strutture  
La definizione delle strutture  
Inizializzare le strutture  
Accedere ai membri delle strutture  
Usare le strutture con le funzioni  
Typedef

10. Le strutture di dati  
Le strutture ricorsive  
Allocazione dinamica della memoria  
Le liste concatenate  
Le pile  
Le code  
Gli alberi

11. Analisi di programmi: la complessità  
Efficienza dei programmi  
Modello di costo  
Comportamento asintotico  
Valutazione della complessità di un programma  
Istruzione dominante

12. Il problema della ricerca  
Ricerca sequenziale  
Ricerca binaria  
Alberi binari di ricerca

13. Il problema dell'ordinamento  
Ordinamento per selezione  
Ordinamento a bolle  
Ordinamento per fusione  
Ordinamento veloce

14. Introduzione all' ambiente di programmazione Matlab

**Disciplina:** N167IEL **FONDAMENTI DI INFORMATICA II**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IEL IDT

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** COSTA FABRIZIO

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

vedi FONDAMENTI DI INFORMATICA II per il CdL in Ingegneria Informatica

**Disciplina:** N177IEL **FONDAMENTI DI RICERCA OPERATIVA** MAT/09

**Corso di Studio:** IEL 0060704 **Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** AUT,BIO Mutuato da Ricerca Operativa c.l. INF V.O.

**Docente:** SCHOEN FABIO P1 MAT/09 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

A.A.2002/2003

1) I VETTORI

I vettori applicati e una definizione formale di vettore libero.

Somma tra vettori liberi e prodotto di un numero per un vettore libero.

Il concetto di dipendenza lineare. La nozione di Angolo di due vettori e la proiezione ortogonale di un vettore  $v$  su un vettore  $w$ . Componente orientata. Prodotto scalare, vettoriale e misto.

Doppio prodotto vettoriale.

2) APPLICAZIONI DI CALCOLO VETTORIALE ALLA GEOMETRIA ANALITICA

Base ortogonale. Sistema di riferimento cartesiano. Equazione vettoriale ed equazioni parametriche e cartesiane di una retta nello spazio a tre

dimensioni. Equazioni parametriche ed equazione cartesiana e vettoriale di un piano. Interpretazione geometrica dei coefficienti sia per l'equazione cartesiana del piano sia per le equazioni della retta. Questioni metriche e relazioni di parallelismo e ortogonalita' tra rette, tra piani e retta piano. Stella di piani, stella di rette e fascio di piani.

3) MATRICI

Nozioni introduttive. Terminologia e simbolismo. Struttura algebrica nell'insieme delle matrici. Rango per righe e rango per colonne.

Il metodo di riduzione di Gauss per il calcolo del rango.

4) SPAZI VETTORIALI E TRASFORMAZIONI LINEARI

La definizione di spazi vettoriale. Sottospazi. Generatori.

Spazi vettoriali finitamente generati. Base di uno spazio vettoriale.

Teorema della dimensione. Somma e intersezione di sottospazi.

La definizione di trasformazione lineare.

Le proprieta' fondamentali e la

matrice associata a una trasformazione lineare. Teorema nullita' + rango.

5) MATRICI E SISTEMI LINEARI

Il determinante di una matrice quadrata. Proprieta' del determinante. I

sistemi lineari e i teoremi di Rouché - Capelli e di Cramer. Il metodo di riduzione di Gauss e il calcolo delle soluzioni di un sistema lineare.

Inversa di una matrice quadrata.

6) AUTOVALORI E AUTOVETTORI

Il polinomio caratteristico, Gli autovettori e il problema della diagonalizzazione.

7) SPAZI EUCLIDEI

Definizione. Il concetto dello spazio ortogonale a un sottoinsieme di uno spazio euclideo. Basi ortogonali e ortonormali. IL teorema di decomposizione

ortogonale e cenni sul metodo dei minimi quadrati

**Disciplina:** N169IEL **INFORMATICA INDUSTRIALE**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IEL IDT IIN

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** AUT,

**Docente:** FANTECHI ALESSANDRO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

Programma dettagliato

Il corso si suddivide in tre moduli, elencati in ordine (decrescente) di tempo dedicato:

Tecniche di progetto di sistemi affidabili (35 ore)

Concetti di base di tolleranza ai guasti ed affidabilità.

Tecniche di prevenzione del guasto.

Tecniche di rilevazione del guasto.

Tecniche di ridondanza.

Codici di rilevazione e correzione di errore

Architetture di sistemi fault-tolerant commerciali.

Introduzione alla certificazione del software di sistemi critici (10 ore)

I principi del testing del software

Necessità dell'uso di metodi formali per la produzione di software affidabile

Tendenze industriali riguardo all'uso di metodi formali

Normative internazionali sulla certificazione del software

Microcontrollori e loro applicazioni industriali. (10 ore)

Caratteristiche dei microcontrollori in commercio

Applicazioni industriali dei microcontrollori

(Ultimo aggiornamento: 14/2/2002)

**Disciplina:** N184IEL **INFORMATICA MEDICA**

ING-INF/06

**Corso di Studio:** IEL 0060801

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** AUT, BIO Mutuato da Informatica medica c.l. Inf ele V.O.

**Docente:** MARCHESI CARLO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

Richiami sulle tecniche di acquisizione di segnali e dati; la preparazione dei dati; segnali autocorrelati e segnali casuali; richiami sui filtri attraverso esempi di specifico interesse biomedico; rivelazione di eventi e loro classificazione in un opportuno spazio metrico dei parametri; documentazione per la caratterizzazione del paziente, le basi di dati, distribuzione in rete locale, metodi di ausilio alla decisione clinica.

Criteri ergonomico-estetici per la progettazione di strumentazione personale, criteri per l'interazione bidirezionale uomo-macchina.

Considerazioni sulla evoluzione della medicina e delle tecnologie per la medicina. Gli ausili per i disabili.

**Disciplina:** N194IEL **LABORATORIO DI PROGETTAZIONE CAD IN** ING-INF/01  
**ALTA FREQUENZA**

**Corso di Studio:** IEL **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** PRELE

**Docente:** CIDRONALI ALESSANDRO RL ING-INF/0 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N157IEL **LABORATORIO DI TELEMATICA**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BIZZARRI CLAUDIO 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---



**Disciplina:** N063IEL **METODI MATEMATICI**

MAT/07

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BORGIOI GIOVANNI

P2 MAT/07

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

#### 1 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE (EDO)

Definizioni e terminologia; la forma normale; l'equazione del primo ordine  $y'(x)=f(x,y(x))$  per funzioni  $y(x)$  definite su  $\mathbb{R}$  ed a valori in  $\mathbb{R}^n$  come forma generale rappresentativa di EDO di ordine  $n$  e di sistemi di  $n$  EDO del primo ordine; il problema di Cauchy o ai valori iniziali (PVI); il teorema di esistenza ed unicità (TEU) per il PVI: caso di equazioni del primo ordine per funzioni scalari (da  $\mathbb{R}$  in  $\mathbb{R}$ ) e caso generale (senza dimostrazione); conseguenze del TEU per i sistemi lineari; metodi risolutivi per le equazioni scalari del primo ordine: a variabili separabili, equazioni omogenee, equazioni lineari complete, equazioni del tipo di Eulero.

EDO del secondo ordine: metodi risolutivi per le equazioni riconducibili ad equazioni del primo ordine; equazioni integrabili per quadrature; equazioni lineari a coefficienti costanti, caso omogeneo e non omogeneo; interpretazione geometrica ed analisi qualitativa per le EDO del secondo ordine e per i sistemi del primo ordine di dimensione 2: il piano delle fasi.

Stabilità delle soluzioni: definizione di stabilità secondo Liapunov, stabilità asintotica; il criterio di stabilità lineare (senza dimostrazione); classificazione della stabilità delle soluzioni di equilibrio nel piano delle fasi (centro, punto sella, fuoco, nodo); analisi qualitativa con il metodo dell'energia.

Modelli meccanici ed in teoria dei circuiti che vengono formulati come EDO: l'oscillatore armonico, l'oscillatore armonico smorzato e forzato e la risonanza lineare, il pendolo non lineare.

Modelli in Meccanica dei Continui che vengono formulati come equazioni differenziali a derivate parziali: l'equazione della diffusione e l'equazione delle onde (unidimensionali).

#### 2 - SERIE DI FOURIER (SF)

Polinomi di Fourier; serie di Fourier, calcolo dei coefficienti; convergenza in media quadratica; le condizioni di Dirichlet; l'uguaglianza di Parseval; convergenza puntuale della SF e delle serie derivate; funzioni pari e dispari e loro SF; SF di funzioni definite su un intervallo; forma complessa della SF.

**Disciplina:** N186IEL **MICROELETTRONICA I**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL 0061059

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** AUT, PRELE Mutuato da Elettronica III c.l. ELE INF v.o.

**Docente:** ATZENI CARLO P1 ING-INF/0 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Il programma di Microelettronica I è parte di quello di Elettronica III del  
previgente ordinamento.

**Note:**

aa. 2002-2003 - I Sottoperiodo

1) Impostazione metrologica di base. Perché si misura, motivazioni di tipo commerciale e legale, di tipo tecnico e scientifico: termini e definizioni fondamentali in metrologia, la metrologia sul WEB. Grandezze di influenza e loro specifiche. Il procedimento conoscitivo sperimentale, tipi di grandezze. La stima delle incertezze nel procedimento di misurazione (norma UNI 4546 e ISO/TAG 4/WG 3). Errore e incertezza. Definizioni e sorgenti di incertezza. Il modello deterministico e il modello probabilistico. Classificazione tipo A e tipo B. Incertezza standard. Incertezza standard combinata nelle misure indirette. Misura simultanea di più grandezze. Fattore di copertura. Incertezza estesa. Presentazione di un risultato di misura. La compatibilità delle misure. Metodi di misurazione: a lettura diretta e a letture ripetute; per opposizione, per sostituzione e con memoria della funzione di taratura. Misurazioni indirette. Esempio pratico di calcolo delle incertezze nella misura della resistenza di un resistore con ohmetro, metodo voltampereometrico e ponte di Wheatstone. La caratterizzazione di un dispositivo per misurazione: prestazioni e prescrizioni in regime stazionario (funzione di taratura, risoluzione, isteresi, ripetibilità, stabilità, prescrizioni d'uso) e dinamico (risposta in frequenza e risposta al transitorio). Il Sistema Internazionale di unità di misura SI. Unità di base e supplementari e relative unità (UNI 10003 - D.M. 591). Principali grandezze derivate e relative unità. Unità di misura di uso comune non appartenenti al Sistema Internazionale. Multipli e sottomultipli. Regole di scrittura. L'organizzazione internazionale della metrologia (ISO, IEC, CEN, CENELEC) Sistema Nazionale di Taratura (UNI, CEI).

2) Misura di grandezze elettriche continue ed alternate. Definizioni e principi di funzionamento degli strumenti di misura per grandezze elettriche. I decibel. Effetto di carico. Trasferimento di tensione e potenza. Ampiezza di banda e tempo di salita. Strumenti di misurazione per grandezze non elettriche: sensori, classificazione, parametri fondamentali ed effetti fisici coinvolti. Strumenti di misurazione e controllo per grandezze elettriche: classificazioni. Descrizione e impiego (norme CEI 85) di strumenti indicatori analogici elettromeccanici (magnetoelettrici ed elettrodinamici) ed elettronici per misure di grandezze continue (voltmetri ad accoppiamento diretto, a chopper, potenziometrici) e di grandezze alternate (a valor medio, di picco, a vero valore efficace). Oscilloscopi di tipo analogico (struttura generale, tubo a raggi catodici, deflessione orizzontale e verticale, oscilloscopi a tracce multiple, sonde) e digitale (schema a blocchi, blocco di ingresso e conversione A/D, evento di trigger, visualizzazione, parametri, accuratezza, prestazioni). Misure con oscilloscopi. Contatori elettronici (schema a blocchi, misure di periodo e frequenza). Voltmetri numerici ad integrazione (a doppia rampa) e sensibili al valore istantaneo (con rampa, ad approssimazioni successive, flash converter) e multimetri digitali (misure di correnti, tensioni e resistenze, accuratezza). Analizzatori di stati logici (schema a blocchi, visualizzazione e procedura di test di un sistema a microprocessore). Sistemi automatici di misura (caratteristiche, interfaccia standard IEEE-488.1, messaggi e linee di gestione). Strumenti virtuali (Labview). Analisi armonica delle forme d'onda, distorsione armonica. Distorsimetro, analizzatore d'onda. Analizzatori di spettro di tipo analogico (ASA) e digitale (FFTA).

Esercitazioni di laboratorio (strumenti virtuali):

1. Analisi delle incertezze di misure: GUM workbench;
2. Misure di ampiezza, frequenza e fase con oscilloscopio digitale;
3. Sistemi automatici di misura (Labview);

**Disciplina:** N183IEL **MODELLI DI SISTEMI FISIOLGICI**

ING-INF/06

**Corso di Studio:** IEL 0060807

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** AUT,BIO Mutuato da Mod. dei Sistemi biolog.cc.ll. ELE, INF

**Docente:** EVANGELISTI ATTILIO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

**Disciplina:** N195IEL **OPTOELETTRONICA I**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL 0061064

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** PRELE, Mutuato da c.l. ELE v.o.

**Docente:** BIAGI ELENA

P2 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N172IEL **ORGANIZZAZIONE POLITICA EUROPEA**

IUS/14

**Corso di Studio:** IEL IDT, IIN

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BINDI FEDERIGA 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

Il corso si articola attorno alle seguenti tematiche:

1. Storia dell'integrazione europea: le origini. Dal Mercato Comune al Mercato Interno. Dal Trattato di Maastricht al Trattato di Nizza? L'Unione Economica e Monetaria. La sfida dell'allargamento ad Est.

Readings: Dispense Cap. 1

2. Come funziona l'Unione Europea. Le istituzioni ed i processi decisionali nel I Pilastro.

Readings: Dispense Capp. 2 & 3

3. Il diritto comunitario e la sua applicazione.

Readings: Dispense Cap. 3

4. Le relazioni tra gli Stati membri e l'Unione: l'elaborazione e l'applicazione del diritto comunitario. Il caso italiano

Readings: Dispense Cap. 4

**Disciplina:** N245IEL **ORIENTAMENTO PROFESSIONALE**

**Corso di Studio:** IEL IDT, IIN

**Crediti:** 2 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FERRARA VALENTINA 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

La lettera di presentazione

1. Finalità, struttura, caratteristiche della lettera di presentazione
2. L'organizzazione delle informazioni e l'aggiornamento
3. Aspetti relazionali e di contenuto

Il curriculum vitae

1. Finalità, struttura e caratteristiche fondamentali del curriculum vitae
2. L'organizzazione delle informazioni e l'aggiornamento
3. Aspetti formali e di contenuto

Il colloquio di lavoro

1. La preparazione come conoscenza di sé
2. Le fasi del colloquio di lavoro
3. Le regole da ricordare nella gestione di un colloquio di lavoro

Vedi anche diapositive all'indirizzo <http://www.ing.unifi.it/italiano/DIDATT/diapositiveFerrara.htm>

**Disciplina:** N179IEL **ROBOTICA E AUTOMAZIONE INDUSTRIALE** ING-INF/04

**Corso di Studio:** IEL 0060592 **Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** AUT Mutuato da Meccanica dei robot c.l. MEC v.o.

**Docente:** ALLOTTA **BENEDETTO** P2 ING-IND/ **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---



**Disciplina:** N197IEL **SENSORI E RIVELATORI**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** PRELE

**Docente:** SCABIA MARCO 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N196IEL **SISTEMI E COMPONENTI A MICROONDE** ING-INF/02

**Corso di Studio:** IEL 0061062 **Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** PRELE Mutuato da Circuiti a microon e onde mil. c.l ELE v.o.

**Docente:** BIFFI GENTILI GUIDO P1 ING-INF/0 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N178IEL **SISTEMI E TECNOLOGIE PER L'ENERGIA**

ING-IND/09

**Corso di Studio:** IEL IDT

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** AUT, PRELE,

**Docente:** FACCHINI BRUNO

P2 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

NUOVO ORDINAMENTO - Laurea di primo livello

Materia di studio: SISTEMI E TECNOLOGIE PER L'ENERGIA

Raggruppamento Scientifico Disciplinare: ING-IND 08/09 (VECCHIO I04B/C)

CLASSE: Ingegneria dell'informazione (Elettronica, Informatica, Telecomunicazioni)

Anno di corso: TERZO

Principi di fluidodinamica

Bilancio di energia e quantità di moto per un sistema fluido. Definizione di grandezze totali. Irreversibilità e scambio termico. Esempio di calcolo di reti fluide. Definizione di strato limite e cenni all'analisi adimensionale.

Principi di scambio termico

La trasmissione del calore. Definizione di strato limite termico e cenni all'analisi dimensionale. La conduzione e le proprietà termofisiche della materia. La convezione e lo sviluppo di correlazioni empiriche. Cenni all'irraggiamento.

Lo scambio energetico nelle schiere delle turbomacchine

Definizione dei triangoli di velocità; espressione di Lavoro, Potenza e Rendimento per le turbomacchine operatrici e motrici. Esempi applicativi relativi a pompe e circuiti idraulici.

Termodinamica dei Sistemi Energetici

Piani termodinamici. Sommario e descrizione dei principali cicli termodinamici (ideale, limite e reale) diretti ed inversi.

Impianti motori a vapore e cicli frigoriferi

Cicli semplici e perfezionati. Componenti. Problematiche di impatto ambientale. Cicli frigoriferi a compressione e ad assorbimento.

Impianti motori con turbine a gas e combinati

Ciclo semplice ideale e reale. Cicli derivati. Problematiche di impatto ambientale. Cenni ai cicli combinati e alla cogenerazione.

Motori a combustione interna alternativi.

Ciclo ideale e ciclo limite per accensione comandata o spontanea a quattro tempi. Ciclo reale e prestazioni.

Scambio termico e raffreddamento nelle macchine e nelle apparecchiature elettroniche

Principi applicativi dello scambio termico, soluzione di problemi misti conduzione-convezione. Sistemi di raffreddamento, analisi termofluidodinamica di un circuito di raffreddamento. Esempi applicativi.

**Disciplina:** N202IEL **SISTEMI OPERATIVI**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IEL IDT

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ASSFALG JURGEN

25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:**

---

per il programma, così come per tutte le altre informazioni inerenti il corso, si veda la pagina  
<http://viplab.dsi.unifi.it/~assfalg/operating-systems.html>

**Disciplina:** N050IEL **STATISTICA**

SECS-S/02

**Corso di Studio:** IEL IDT

**Crediti:** 25 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** IUCULANO GAETANO

P1 ING-INF/0

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Esperimento aleatorio, eventi, grado di attendibilità. Frequenza e probabilità. Assiomi della probabilità. Corollari della impostazione assiomatica. Estrazione a caso senza reimbussolamento. Corollario della addittività. Estensione a più di due eventi. Indipendenza. Probabilità condizionata. Teorema di Bayes e teorema della probabilità totale con dimostrazioni. Variabili aleatorie discrete. Funzione di distribuzione a gradino. Distribuzione binomiale. Cenni sulla distribuzione ipergeometrica. Variabili aleatorie continue. Funzione di distribuzione e densità di probabilità. Proprietà. Reciproco e quadrato di una variabile aleatoria. Valore atteso e sue proprietà nel caso discreto e nel caso continuo. Varianza e sue proprietà nel caso discreto e nel caso continuo. Distribuzione uniforme e triangolare. Distribuzione normale. Teorema del limite centrale.

**Disciplina:** N180IEL **STRUMENTAZIONE BIOMEDICA**

ING-INF/06

**Corso di Studio:** IEL 0060814

**Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** BIO, PRELEMutuato da Strumentazione Biomedica c.l. Ele

**Docente:** DUBINI SILVANO

P2 ING-INF/0

**Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Disciplina:** N173IEL **TECNICHE PER IL CONTROLLO DEI PROCESSI** ING-INF/04  
**Corso di Studio:** IEL 0060901 **Crediti:** 5 **Tipo:** M  
**Note:** AUT, Mutuato da Sistemi adattativi c.l.ELE INF V.O.  
**Docente:** MOSCA EDOARDO P1 ING-INF/0 **Copertura:** MUT  
**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

Regolazione deterministica LQ-I : Soluzione basata sulla Programmazione Dinamica ed equazione di Riccati; regolazione su singolo passo.  
Sistemi in retroazione : Descrizioni matriciali fratte; stabilita` interna; parametrizzazione di Youla-Kucera.  
Regolazione deterministica LQ-II : Soluzione basata su fattorizzazione spettrale ed equazioni polinomiali e sua relazione con quella ottenuta tramite equazione di Riccati; inseguimento a 2 gradi di liberta` con e senza modello per il riferimento.  
Strategie di controllo da modelli incerti e/o tempo-varianti: regolazione minimax (H-inf) con attenuazione garantita ai disturbi, e suo uso con modelli nominali inesatti; interpretazione nel dominio della frequenza: controllo equalizzante la sensitivita` mista.  
Controllo non lineare ad orizzonte recedente e predittivo : Regolazione con vincoli; funzioni di Lyapunov, stabilita` e risolvibilita`; caso di ingressi saturati: impianti ANCBI, disturbi persistenti, controllo a commutazione e stabilita` globale, incertezza del modello; unita` di gestione del comando. Cenni sui prodotti commerciali.  
Tecniche di controllo anti-windup: approccio di Teel, Hanus, e mediante modifica dell'osservatore dello stato.

**Corso di Studio:** IEL 0060815 **Crediti:** 5 **Tipo:** M

**Note:** AUT, BIO, PRELE Mutuato da Tecn. Biomediche c.l. Ele V.O.

**Docente:** VALLI GUIDO P1 ING-INF/0 **Copertura:** MUT

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

"TECNOLOGIE BIOMEDICHE" &#8211; NO - Programma previsto per l'A.A. 2003-2004 (Ing. Elettronica).

**INTRODUZIONE:** storia delle Bioimmagini, molteplicità di metodi, peculiarità.

**CARATTERIZZAZIONE DEI SISTEMI DI IMMAGINE:** generalità, frequenza spaziale, parametri fisici, immagini fotoniche. Discretizzazione: campionamento e quantizzazione, fattori di distorsione. Qualità di un'immagine: teoria del rilevamento del segnale, matrice stimolo-risposta, curve ROC e loro confronto, curve FROC.

**TRATTAMENTO DELLE IMMAGINI NUMERICHE:** generalità, fruizione. Operazioni su immagini: puntuali, locali, geometriche, algebriche e logiche. Esaltazione del contrasto: tecniche di modificazione dell'istogramma, equalizzazione, amplificazione della dinamica, finestra dei grigi, specificazione dell'istogramma.

**FORMAZIONE DI IMMAGINI MEDICHE:** emissione spontanea, interazione con energia, interazione mirata, immagini funzionali, applicazioni di interesse medico.

**RADIAZIONI IONIZZANTI:** sorgenti (radioisotopi e macchine radiogene), dose, valutazione della dose in radiodiagnostica, effetti, elementi di radioprotezione.

**IMMAGINI A RAGGI X:** generalità, sorgente, bersaglio: interazione raggi X-materia, mezzi di contrasto, recettori, immagini statiche e dinamiche. Tecniche di radiografia numerica: videoradiografia e DSA, computer radiography e digital radiography. La tomografia computerizzata: geometrie di scansione, spiral CT ed evoluzioni.

**IMMAGINI RADIOISOTOPICHE:** generalità, rivelatori di radiazioni, radiofarmaci. Sistemi di immagine planare: componenti e funzionamento della gamma-camera. Tomografia ad emissione di fotoni: SPECT e PET.

**IMMAGINI AD ULTRASUONI:** generalità, generazione e propagazione. Tecnica ad eco-impulsi. Tecniche di scansione: modi di visualizzazione e ecotomografia. La flussimetria Doppler.

**IMMAGINI DI RISONANZA MAGNETICA:** principi fisici: spin e segnale MR. Componenti hardware.

**ALTRE TECNICHE DI IMMAGINE:** termografia, MEG, EIT, cenni su metodi ottici.

**ESERCITAZIONI NUMERICHE SUGLI ARGOMENTI TRATTATI**

**TESTO DI BASE :** BIOIMMAGINI di G.Valli e G.Coppini, Pàtron ed., Bologna, 2002  
+ appunti dalle lezioni e dalle esercitazioni.

**TESTI DI CONSULTAZIONE :**

Fazio,Valli: Tecnologie e metodologie per le immagini funzionali, Pàtron, 1999

Jain : Fundamentals of digital image processing, Prentice Hall, 1989

Biondi,Cobelli: Storia della Bioingegneria, cap. 10 "Bioimmagini", Pàtron 2001

Webb : The Physics of Medical Imaging, Inst. of Physics Publ., 1992

**ATTESTAZIONE DI FREQUENZA:** d'ufficio.

**MODALITÀ DI ESAME:** orale.



**Disciplina:** N189IEL **TECNOLOGIE E APPLICAZIONI DEI SISTEMI** ING-INF/01  
**WIRELESS**

**Corso di Studio:** IEL IDT **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** PRELE

**Docente:** SALVADOR CLAUDIO 25U **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** PRELE

**Docente:** ATZENI CARLO

P1 ING-INF/0

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

#### TECNICHE DI DOCUMENTAZIONE

Colorimetria: corpo nero, Legge di Lambert, sorgenti e illuminanti, interazione luce-materia, spettro colore e visione, colori primari, sintesi additiva e sottrattivi, coordinate colorimetriche, principio di sovrapposizione, CIE 1931 sistema RGB, CIE 1931 sistema XYZ, locus, gamut, CIE 1960 sistema UVW, CIE 1976 sistema UVW, CIE 1976 sistema LAB. Fotografia. Fotografia a colori

Digitalizzazione di immagini bidimensionali: Operatori digitali per image processing.

Restauro virtuale.

Rilievo digitale tridimensionale di manufatti storico-artistici: fotogrammetria e sistemi di acquisizione tridimensionali.

#### TECNICHE DI ANALISI E DI ESAME

Tecniche di analisi mediante raggi x (EPMA, PIXE, XRF, diffrazione), microscopia elettronica,

Catodoluminescenza, Spettroscopia molecolare, attivazione neutronica, spettroscopia di massa, cromatografia

Ispezione visiva, Microscopio, Fotografia radente, macrofotografia, microfotografia.

Indagini mediante radiazione infrarossa e ultravioletta, Radiografia, Radar penetranti, applicazioni dei radar penetranti, telerivelamento ottico e a microonde, ultrasuoni e spettroscopia fotoacustica

#### TECNICHE DI DATAZIONE

Radiocarbonio, termoluminescenza e altre tecniche di datazione

#### TECNICHE DI MONITORAGGIO DI BENI ARCHITETTONICI E AMBIENTALI

Finalizzazione del monitoraggio, Tecniche e tecnologie per la diagnostica in sito, Tecniche e tecnologie per la sperimentazione di laboratorio, strumentazione per il monitoraggio statico e dinamico, Sistemi di monitoraggio strutturale, Esempi applicativi

Monitoraggio ambientale (movimenti franosi), Finalizzazione del monitoraggio, Caratteristiche e componenti principali dei sistemi di monitoraggio, Classificazione della strumentazione, Tecniche di controllo innovative (GPS, telerilevamento satellitare), Sistemi topografici, Esempi di reti di monitoraggio e allertamento

#### VISITE A LABORATORI E INSTALLAZIONI

Opificio delle pietre dure

Laboratorio tecnologie per i beni culturali

Visita a una installazione di monitoraggio (ad esempio: Cupola del Brunelleschi, Cappelle Medicee a Firenze oppure Torre di Pisa)

Laboratori dell'ENEL-HYDRO di Bergamo

**Disciplina:** N159IEL **TEORIA DEI CIRCUITI**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MANETTI STEFANO

P1 ING-IND/

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

Grandezze elettriche fondamentali. Teoria dei Circuiti e suoi limiti di applicabilità. Leggi di Kirchoff. Componenti passivi. Connessioni serie e parallelo di componenti. Partitore di tensione e di corrente. Trasformazioni stella-triangolo. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Millman, di Thevenin, di Norton.

Metodi di analisi su base maglie e su base nodi.

Componenti attivi. Generatori controllati. Analisi di reti resistive contenenti componenti attivi. Cenni ai circuiti con amplificatori operazionali.

Analisi mediante soluzione di equazioni differenziali. Analisi di circuiti del primo ordine con metodo semplificato. Risposta transitoria e risposta permanente. Costante di tempo. Calcolo della risposta a regime con eccitazioni costanti e con eccitazioni sinusoidali.

Valore efficace. Fasori. Circuiti equivalenti nel dominio dei fasori. Circuiti risonanti serie e parallelo. Coefficiente di risonanza. Larghezza di banda.

Funzione di rete. Risposta in frequenza, risposta in ampiezza e risposta in fase.

Potenza attiva, fattore di potenza, potenza reattiva, potenza apparente e potenza complessa. Triangolo delle potenze. Conservazione della potenza complessa. Rifasamento. Teorema del massimo trasferimento di potenza.

