

# **Ing. Elettronica**

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

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

**Note:**

**Docente:** CATELANI MARCANTONIO P1 ING-INF/07 **Copertura:** AFF03

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

---

PARTE INTRODUTTIVA - Cenni su normazione, certificazione e accreditamento. Conformità, affidabilità, manutenibilità e disponibilità (fidatezza), qualità: evoluzione temporale dei concetti e relative definizioni (Norme UNI EN ISO 9000:2000, CEI 56-50).

### 1. AFFIDABILITÀ E DISPONIBILITÀ

Guasto, avaria e loro classificazione. Funzioni di affidabilità, distribuzione sperimentale dei guasti, tasso istantaneo di guasto, parametri di affidabilità: MTTF, MTBF, MTTR. Affidabilità combinatoria: configurazioni serie, parallelo, stand-by, r su n, mista. Cenni su affidabilità di configurazioni complesse. Banche dati (MIL-HDBK 217 ed altre) e predizione di affidabilità per apparati elettronici: metodi del part count e del part stress. Analisi di affidabilità di sistemi complessi: metodi induttivi e deduttivi, analisi dei modi e degli effetti di guasto (FMEA) e della loro criticità (FMECA), analisi dell'albero dei guasti (FTA) - cenni. Tecniche di incremento dell'affidabilità.

### 2. QUALITÀ, CONTROLLO E MIGLIORAMENTO

Controllo di qualità: controllo di prodotto e di processo, tolleranza naturale e di specifica. Controllo di qualità in-linea, carte di controllo (carta della media e del range), diagramma di Pareto, diagramma causa-effetto. Controllo statistico di processo. Analisi della variabilità aleatoria e sistematica. Analisi di capacità di processo. Processi centrati e non centrati. Indici di capacità e di performance. Distribuzione normale e determinazione della percentuale di prodotti non conformi. Tecniche di miglioramento dei processi.

### 3. CERTIFICAZIONE

Certificazione di prodotto, organismi di certificazione, marchi di qualità. Certificazione dei sistemi qualità aziendali. Assicurazione della qualità, Norme UNI ISO 9000:2000. Manuale della qualità, procedure generali e procedure di dettaglio. Iter di certificazione. Organismi di certificazione e federazioni (CISQ, IQNet). Direttive europee, concetto di requisiti essenziali. Marcatura CE. Sicurezza. Organismi di accreditamento (SINAL, SINCERT).

**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/04    **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).

#### 5.1 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:** N435IEL ANALISI FUNZIONALE

MAT/05

**Corso di Studio:** IEL AUS

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

**Note:** .

**Docente:** JOHNSON RUSSELL ALLAN P1 MAT/05

**Copertura:** AFF03

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

---

Richiami all'algebra lineare.

Disuguaglianze di Hoelder e di Minkowski. Spazi metrici completi e il teorema delle contrazioni.

Gli spazi  $l^p$  e  $L^p$ . Elementi della teoria degli spazi di Banach, gli spazi euclidei, e gli spazi di Hilbert.

Insiemi ortogonali negli spazi euclidei e gli spazi di Hilbert, serie di Fourier.

Operatori lineari negli spazi di Banach, norma, teoria spettrale di tali operatori.

**Disciplina:** N000IEL ANALISI MATEMATICA I

MAT/05

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 6 **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. Derrivata 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:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** PELLEGRINI GABRIELLA

P2 MAT/05

**Copertura:** AFF03

**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.

**Disciplina:** N094IEL ANALISI MATEMATICA III MAT/05

**Corso di Studio:** IEL IDT ELS MAS TES **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** MARINI MAURO P1 MAT/05 **Copertura:** AFF03

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

---

vedi sito web CdL Elettronica/S

**Disciplina:** 998643      **ANALISI REALE**      MAT/05

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

**Note:** .

**Docente:** JOHNSON RUSSELL ALLAN      P1      MAT/05      **Copertura:** AFF03

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

---

Elementi della teoria della probabilita': eventi, spazi di probabilita', variabili aleatorie, valore atteso, varianza. Variabili gaussiane, variabili di Poisson, variabili binomiali ed altre. Probabilita' condizionata, teorema di Bayes, variabili aleatorie indipendenti, disuguaglianza di Cebicev, legge dei numeri grandi, teorema del limite centrale. Cenni alla teoria della misura: misura di Lebesgue, integrale di Lebesgue, misure astratte e misure di probabilita'. Elementi della statistica: campionamenti, intervalli di confidenza, ipotesi e statistiche test, livello di significativita', stimatori consistenti, stimatori non distorti, stimatori della media campionaria e della varianza, distribuzione T di Student e distribuzione  $\chi^2$ , test d'adattamento, covarianza e correlazione, regressione.



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

ING-INF/02

**Corso di Studio:** IEL IDT

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

**Note:**

**Docente:** CALAMIA MARIO

25U ING-INF/02

**Copertura:** CONCS

**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:** N253IEL    **APPLICAZIONI DI MATEMATICA**    MAT/05

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

**Note:** .

**Docente:** MARINI MAURO    P1    MAT/05    **Copertura:** AFF03

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

---

vedi sito web CdL Elettronica/S

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

ING-IND/34

**Corso di Studio:** IEL

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

**Note:**

**Docente:** CORVI ANDREA

P1 ING-IND/34

**Copertura:** AFF03

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

---

Biomeccanica: approcci, metodi; aree di interesse e di sviluppo.

Analisi del movimento: modellistica, sistemi di acquisizioni di grandezze cinematiche e dinamiche; applicazioni per la valutazione funzionale quantitativa dei disordini motori; applicazioni nella rieducazione motoria, valutazione delle azioni agenti nei muscoli, articolazioni, segmenti ossei. Biomeccanica del passo, e di alcune articolazioni.

Tessuti biologici. Biomeccanica dell'osso costituzione, rimodellamento, caratteristiche meccaniche, meccanismi di frattura, comportamento a fatica Biomeccanica delle cartilagini costituzione, comportamento meccanico

Biomateriali. Materiali metallici acciai, leghe di cobalto, leghe di titanio, leghe a memoria di forma Materiali polimerici poliesteri e poliammidi, polietilene, polisilossani, PTFE, poliuretani, polimetilmetacrilato Materiali ceramici bioceramiche, biovetri, carbonio turbostrato, processi tecnologici,

Protesi e fissatori. Protesi d'anca Cenni storici, considerazioni progettuali, interfaccia osso-impianto, cemento osseo, i materiali, rivestimenti porosi, morfologia, strumentario per l'intervento Protesi di ginocchio Cenni storici, considerazioni progettuali, protesi a cerniera, protesi di superficie Fissatori per osteosintesi: fissatori interni e fissatori esterni

**Disciplina:** 00276777 CAD PER SISTEMI ELETTROMAGNETICI

ING-INF/02

**Corso di Studio:** IEL

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

**Note:**

**Docente:** SELLERI STEFANO

RC ING-INF/02

**Copertura:** AFF03

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

---

Introduzione:

- \* Inquadramento del problema elettromagnetico;
- \* Definizione di metodo numerico;
- \* Classificazione dei vari possibili metodi numerici.

Metodi finiti:

- \* Differenze Finite nel dominio del tempo;
- \* Differenze finite ne dominio della frequenza;
- \* Elementi finiti;
- \* Metodo della matrice di linee di trasmissione.

Metodi Integrali:

- \* Metodo dei momenti;
- \* Metodo del Mode Matching.

Il corso comprende numerose ore di utilizzo pratico dei metodi numerici trattati nella parte teorica presso i laboratori informatici.

**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 Cabalta  
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...). 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:** N378IEL **CALCOLO NUMERICO**

MAT/08

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

**Crediti:** 25 **Tipo:** R

**Note:** RECUPERO

**Docente:** CONTI COSTANZA

P2 MAT/08

**Copertura:** AFF03

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

---

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.

ALGORITMI: definizione ed esempi.

SISTEMI LINEARI. Norme vettoriali e matriciali. Condizionamento.  
Metodi iterativi per la soluzione di sistemi lineari: i metodi di Jacobi  
e Gauss-Siedel; algoritmi.

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

INTERPOLAZIONE E APPROSSIMAZIONE. Il problema dell'interpolazione  
polinomiale: esistenza ed unicità del polinomio interpolante,  
rappresentazione del polinomio interpolante nella forma di Lagrange  
e Newton. Espressione dell'errore.  
Interpolazione mediante funzioni polinomiali a tratti: definizione di  
funzione spline; spline cubiche interpolanti nei nodi.  
Approssimazione ai minimi quadrati.

**Disciplina:** N377IEL **CHIMICA**

CHIM/07

**Corso di Studio:** IEL IDT

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** PAOLI PAOLA

P2 CHIM/07

**Copertura:** TITAN

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

---

Parte 1 (al termine della quale verrà effettuata una prima prova parziale scritta)

Atomi, ioni e molecole: il modello atomico della materia; le particelle subatomiche; peso atomico, peso molecolare, mole.

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 covalente; l'ibridazione e la geometria delle molecole; teoria VSEPR, l'espansione dell'ottetto; la risonanza; l'elettronegatività; legami covalenti puri e polari; il legame ionico, il legame a ponte di idrogeno.

I metalli: caratteristiche generali. Il legame nei metalli secondo la teoria del mare di elettroni.

Forze intermolecolari e stati della materia.

Lo stato solido: solidi amorfi e solidi cristallini. Reticoli cristallini e celle elementari. Tipi di solidi cristallini: cristalli metallici, ionici, covalenti e molecolari. Proprietà principali dei differenti tipi di solidi. Allotropia, polimorfismo e isomorfismo. Difetti nei cristalli.

Parte 2 (al termine della quale verrà effettuata una seconda prova parziale scritta)

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

Le pile: l'equazione di Nernst; spontaneità e spostamento delle reazioni redox; reazioni di ossido-riduzione dell'acqua; pile di concentrazione.

Elettrolisi: elettrolisi di una soluzione di cloruro di sodio; elettrolisi di sali fusi; elettrolisi industriali; leggi sull'elettrolisi.

Esempi di pile utilizzate nella pratica. Il fenomeno della corrosione. Strategie per la protezione dalla corrosione. Celle a combustibile.

Cenni sulla Teoria dell'Orbitale Molecolare. Teoria delle bande. Semiconduttori intrinseci ed estrinseci. Modello a legame covalente e modello a bande di energia. Cenni di tecnologia del silicio: purificazione, crescita del monocristallo, introduzione dei droganti.

**Disciplina:** 7890000      **CIRCUITI INTEGRATI PER APPLICAZIONI WIRELESS**      ING-INF/01

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

**Note:**

**Docente:** COLLODI GIOVANNI      RL      ING-INF/01      **Copertura:** AFF03

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

---

- Introduzione alla tecnologia wireless
- Concetti alla base delle progettazioni di un sistema wireless
- Descrizioni di alcune applicazioni Wireless
- Differenze fra sistemi analogici e digitali.
- Introduzione al concetto delle non linearità.
- Interferenze intersimboliche.
- Processi random.
- Rumore.
- Sensibilità di un ricevitore.
- Range e dinamica di un ricevitore e di un trasmettitore.
- Modulazione e demodulazione.
- Modulazioni analogiche.
- Modulazione di ampiezza.
- Modulazione di fase.
- Modulazione di frequenza.
- Modulazioni digitali.
- Modulazioni binarie.
- Modulazioni quaternarie.
- Efficienza degli schemi di modulazione.
- Segnali ad involuppo costante.
- Segnali ad involuppo variabile.
- Tecniche di accesso multiplo.
- Duplexing a divisione di frequenza e di tempo.
- Accesso multiplo a divisione di tempo.
- Accesso multiplo a divisione di frequenza.
- Accesso multiplo a divisione di codice.
- Caratteristiche delle comunicazioni mobili di tipo RF.
- Transceiver FSK per applicazioni a 433 MHz e 866 MHz: Architettura, Prestazioni, Codifica Manchester.
- Introduzione alle WSN.
- Individuazione dei requisiti utente.
- Individuazione delle specifiche.
- Disegno di una WSN.
- Applicazioni basate su WSN.
- Standard IEEE 802.15.4
- Standard ZigBee
- Caratteristiche e applicazioni
- La sicurezza nello standard.
- Transceiver per standard 802.15.4: Architettura e Caratteristiche, Prestazioni, Interfacciamento con Microcontrollori
- Transceiver di ultima generazione multimodulazione: Architetture, Caratteristiche, Interfacciamento con microcontrollori
- WSN basate sullo standard Zig Bee.
- Architetture e applicazioni.
- System On a Chip.
- Moduli Integranti Transceiver e microcontrollori.
- Vantaggi e svantaggi nell'utilizzo dei SOC.
- SOC presenti sul Mercato
- Microcontrollori per applicazioni wireless
- Confronto fra differenti famiglie di Microcontrollori
- Configurazioni RISC 16 Bit

•INTRODUZIONE

- o L'ambiente elettromagnetico
- o Unità di Misura del campo elettromagnetico.
- o Compatibilità elettromagnetica (EMC) e le problematiche di interferenza elettromagnetica (EMI).
- o Immunità e suscettibilità EM.

•SORGENTI DI INTERFERENZA EM

- o Disturbi condotti e disturbi radiati.
- o Disturbi a banda larga e a banda stretta.
- o Disturbi coerenti e incoerenti.
- o Definizione di banda equivalente impulsiva.
- o Caratterizzazione spettrale delle principali sorgenti di interferenza condotta e radiata.
- o Disturbi EM impulsivi: scarica elettrostatica (ESD), fulminazione, impulso elettromagnetico nucleare (NEMP).

•SCHERMI ELETTROMAGNETICI

- o Schermi metallici continui. Efficienza di schermaggio.
- o Schermi multistrato.
- o Schermi sottili.
- o Aperture in schermi metallici. Schermi discontinui: reti, superfici metalliche forate, fessure, guarnizioni.
- o Schermi ferromagnetici.

•LINEE DI TRASMISSIONE MULTICONDOTTORE

- o Modelli circuitali per l'analisi dell'accoppiamento EM.
- o cavi schermati dotati di conduttori semplici o intrecciati.
- o Sistemi per la limitazione di disturbi condotti
- o Messa a terra di sistemi elettronici.

•EMC IN AMBIENTI COMPLESSI

- o Il fenomeno del Multipath
- o Valutazione della distribuzione di campo EM in ambienti complessi mediante tecniche ad alta frequenza.

•ANTENNE

- o Sensori per misure di campi EM (Sonda isotropa, Biconica, log-periodica)
- o Sistemi per l'adattamento di impedenza (Balun)

•CENNI DI NORMATIVE

---

•INTRODUZIONE

- o L'ambiente elettromagnetico
- o Unità di Misura del campo elettromagnetico.
- o Compatibilità elettromagnetica (EMC) e le problematiche di interferenza elettromagnetica (EMI).
- o Immunità e suscettibilità EM.

•SORGENTI DI INTERFERENZA EM

- o Disturbi condotti e disturbi radiati.
- o Disturbi a banda larga e a banda stretta.
- o Disturbi coerenti e incoerenti.
- o Definizione di banda equivalente impulsiva.
- o Caratterizzazione spettrale delle principali sorgenti di interferenza condotta e radiata.
- o Disturbi EM impulsivi: scarica elettrostatica (ESD), fulminazione, impulso elettromagnetico nucleare (NEMP).

•SCHERMI ELETTROMAGNETICI

- o Schermi metallici continui. Efficienza di schermaggio.
- o Schermi multistrato.

- o Schermi sottili.
- o Aperture in schermi metallici. Schermi discontinui: reti, superfici metalliche forate, fessure, guarnizioni.
- o Schermi ferromagnetici.

•LINEE DI TRASMISSIONE MULTICONDOTTORE

- o Modelli circuitali per l'analisi dell'accoppiamento EM.
- o cavi schermati dotati di conduttori semplici o intrecciati.
- o Sistemi per la limitazione di disturbi condotti
- o Messa a terra di sistemi elettronici.

•EMC IN AMBIENTI COMPLESSI

- o Il fenomeno del Multipath
- o Valutazione della distribuzione di campo EM in ambienti complessi mediante tecniche ad alta frequenza.

•ANTENNE

- o Sensori per misure di campi EM (Sonda isotropa, Biconica, log-periodica)
- o Sistemi per l'adattamento di impedenza (Balun)

•CENNI DI NORMATIVE

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

FIS/01

**Corso di Studio:** IEL IIN

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

**Note:**

**Docente:** SAMPOLI MARCO

P1 FIS/01

**Copertura:** AFF03

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

---

Fondamenti di meccanica statistica e termodinamica classica. Assiomi di meccanica statistica, funzione di partizione e potenziali termodinamici.

Richiami di elettromagnetismo e della propagazione delle onde.

Potenziale vettore e trasformazioni di gauge. Potenziali ritardati.

Fondamenti di relatività ristretta.

Le onde come particelle. Le particelle come onde. Le basi della meccanica quantistica. Teoria quantistica degli atomi e delle molecole.

Fondamenti di meccanica statistica. Calori specifici di gas e solidi.

Teoria delle bande nei solidi. Conduzione elettrica e conduzione termica. Semiconduttori intrinseci e drogati. Effetto tunnel.

**Note:**

---

COMUNICAZIONI ELETTRICHE I

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 1° e del 2° ordine). Esempi

**Note:**

## Descrizione statistica dei segnali aleatori (1 credito)

Definizioni di processo aleatorio. Stazionarietà in senso stretto e in senso lato. Ergodicità. Funzione di autocorrelazione e densità spettrale di potenza: teorema di Wiener-Kinchine. Matrice di covarianza. Processi gaussiani. Trasformazioni lineari di processi aleatori. Rumore a banda stretta.

## Teoria della modulazione analogica (1.5 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. Modulazione in quadratura (QAM). Demodulazione coerente di ampiezza (a prodotto). Sistemi non lineari: distorsione armonica e sua misura. Modulatori DSB con e senza portante. 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. Richiami sul campionamento passa basso e a banda stretta e sui sistemi a dati campionati. Quantizzazione uniforme. Modulazioni impulsive in banda base: PAM e PPM. Cenni alle modulazioni numeriche passa banda: FSK, PSK, DPSK, QPSK.

## Ricezione di segnali modulati in presenza di rumore (1 credito)

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 e del PPM a 2 e a M livelli.

## Sistemi per la trasmissione dell'informazione (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. 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. Sistemi multiplex a divisione di frequenza (FDM). Fenomeni d'intermodulazione nei sistemi FDM. Modulazione in codice (PCM). Sistemi multiplex a divisione di tempo (TDM). Multiplex telefonici (cenni). Modulazione delta fissa e adattativa in ampiezza. Ricevitore ottimo per PCM: sincronizzazione di bit e di trama. Ritorno a zero.



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

ING-INF/04

**Corso di Studio:** IEL    AUS ELS

**Crediti:** 5    **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** TESI ALBERTO

P1    ING-INF/04

**Copertura:** AFF03

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

---

PROGRAMMA DI CONTROLLI AUTOMATICI - ANNO ACCADEMICO 2006/2007

1. Introduzione.

Scopo e linee principali del corso. Richiami sulle proprietà di sistemi lineari stazionari, sull'inseguimento di singoli segnali di riferimento e la reiezione di singoli disturbi (principio del modello interno). Inseguimento e reiezione di classi di segnali di riferimento.

2. Stabilità dei sistemi di controllo a retroazione

Stabilità interna: definizione, condizioni e relazioni con il criterio di Nyquist. Caratterizzazione dei controllori stabilizzanti: impianto stabile e impianto instabile; caso del pendolo (doppio) inverso.

3. Tecniche di sintesi diretta.

Scelta della funzione di trasferimento ad anello chiuso; progetto del controllore sulla base delle specifiche. Cenni alla sintesi diretta a più obiettivi.

4. Limitazioni sulle prestazioni dei sistemi di controllo a retroazione.

Influenza di poli e zeri dell'impianto sulla banda e sulla risposta al gradino del sistema. Teorema di Bode sulla funzione di sensibilità  $S$  e la funzione ad anello chiuso  $W$ .

5. Stabilità e prestazioni robuste

Prestazioni nominali: vincolo sulla norma  $H_{\infty}$ ; di  $S$ . Stabilità robusta: vincolo sulla norma  $H_{\infty}$ ; di  $W$ . Prestazioni robuste: vincolo sulla norma  $H_{\infty}$ ; di  $S$  e  $W$ . Cenni alla tecnica di loopshaping per impianti a minima rotazione di fase.

6. 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 integrazione e matching.

(ultimo aggiornamento: 14/12/06)

**Disciplina:** N170IEL **ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE  
AZIENDALE**

ING-IND/35

**Corso di Studio:** IEL

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

**Note:**

**Docente:** RICCI CARLO

RC ING-IND/35

**Copertura:** AFF03

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

---

-Il comportamento dei costi. Relazione tra costi e volume. Diagrammi di costo-volume. Relazione tra costi unitari e volume. Diagrammi di profitto. Analisi del punto di pareggio. Margine di contribuzione. Diagrammi di profitto col margine di contribuzione. Utilizzo del diagramma di profitto. Margine di sicurezza.

-Costi pieni. Costi diretti ed indiretti. Determinazione del costo di prodotto. Sistemi di determinazione dei costi di prodotto. I costi non di produzione. L'uso del costo pieno.

-Determinazione dei costi. Costi per commessa e per processo. Rilevazione dei costi diretti. Allocazione dei costi indiretti. Activity Based Costing.

-Costi standard. Sistema dei costi variabili. Costi della qualità. Prodotti congiunti e sottoprodotti. Accuratezza dei costi. Scelte di progettazione.

-Pianificazione strategica. preparazione del budget. Budget operativo e sua preparazione. Budget di cassa. Budget degli investimenti.

-Decisioni a breve termine. Concetto differenziale. Analisi della contribuzione. Scelte tra più alternative. Costi differenziali. Problemi tipici nella scelta tra alternative.

-Decisioni a lungo termine. Flussi di cassa

-Decisioni a lungo termine. Valutazione del progetto di investimento. Altri criteri di valutazione degli investimenti.

-stato patrimoniale. Attività, passività. Bilancio. Capitale netto.

-cambiamenti nello stato patrimoniale. Attività correnti, immobilizzazioni. Passività. Capitale netto. Analisi delle transazioni. Misurazione del reddito.

-Sistemi contabili. Il conto. Incrementi e decrementi. Dare ed avere. Conto economico. Mastro e giornale. Procedura di chiusura.

-Ricavi. Periodo amministrativo. Contabilità per competenza. Principi di prudenza, significatività e rilevanza. Realizzazione dei ricavi. Ricavi per prestazione dei servizi. Ammontare del ricavo. Attività monetarie. Incasso del credito.

-Conto economico. Spesa, costo di competenza. Risorse consumate. Principio di competenza. Operazioni di fine periodo. Nota integrativa.

-Rimanenza. Costo del venduto. Valutazione delle rimanenze. Indice di rotazione.

-Attività di immobilizzazione. Ammortamento. Immobilizzazioni.

-Passività. Riclassificazione dello stato patrimoniale. Capitale netto. Azioni ordinarie. Riserve di utili e dividendi. Transazioni sul capitale. Bilancio consolidato.

-Flussi di cassa.

-Progettazione della struttura organizzativa. Tipologie di struttura. Evoluzione delle forme organizzative. Forme organizzative che investono un insieme di persone. Unità Tecnologica Elementare.

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

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

**Note:**

**Docente:** CHISCI LUIGI P1 ING-INF/04 **Copertura:** AFF03

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

---

### I. Segnali e sistemi dinamici stocastici

Variabili aleatorie. Variabili aleatorie gaussiane. Processi stocastici. Momenti di un processo stocastico. Analisi in frequenza di processi stocastici. Risposta dei sistemi dinamici ad ingressi stocastici: analisi a regime. Fattorizzazione spettrale. Processi AR, MA e ARMA. Modellizzazione di processi stocastici non stazionari (processi di Wiener e ARIMA). Statistiche del primo del secondo ordine (correlogrammi e periodogrammi). Risposta dei sistemi dinamici ad ingressi stocastici: analisi in transitorio.

### II. Elementi di teoria della stima

Stima puntuale in un contesto bayesiano. Stima a minimo errore quadratico medio. Stima ottima lineare. Stima di segnali stazionari tramite il filtro di Wiener. Predizione a minimo errore quadratico medio. Filtro di Wiener causale. Stima dello stato di un sistema dinamico lineare. Problema di osservazione dello stato e proprietà di osservabilità. Osservatore e ricostruzione asintotica dello stato. Sintesi di osservatori mediante assegnazione degli autovalori. Il filtro di Kalman come osservatore ottimo (a minimo errore quadratico medio). Il filtro di Kalman stazionario. Dualità con il problema del regolatore ottimo LQ.

### III. Elementi di identificazione

La procedura di identificazione e le sue fasi (progetto dell'esperimento, scelta della classe di modelli e del criterio di adeguatezza, determinazione del modello, validazione). Modelli parametrici/non parametrici, a scatola "nera/grigia".

#### III.1 Identificazione non parametrica

Stima della risposta impulsiva. Stima della risposta in frequenza.

#### III.2 Identificazione parametrica

Parametrizzazione dei modelli lineari. Stima parametrica a minimo errore di predizione. Classi di modelli ARX, OE, ARMAX e BJ. Stima dei parametri di modelli di regressione lineari mediante il metodo dei minimi quadrati. Proprietà statistiche e asintotiche della stima ai minimi quadrati.

**Note:**

PROGRAMMA A.A. 2003/2004

Digitalizzazione dei segnali.

Campionamento: ideale, di segnali in bassa frequenza, di segnali in alta frequenza, delle componenti in fase e quadratura, di segnali aleatori. 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.

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.

**Disciplina:** P445IEL **ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI**

ING-INF/01

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

**Note:** CURRICULUM BIOMEDICA

**Docente:** TORTOLI PIERO P1 ING-INF/01 **Copertura:** AFF03

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

---

- 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.

**Disciplina:** N185IEL **ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI I**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL INS AUS

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

**Note:** CURRICULUM PROGETTAZIONE ELETTRONICA

**Docente:** TORTOLI PIERO

P1 ING-INF/01

**Copertura:** AFF03

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

---

- Generalità sui circuiti integrati digitali

Principali caratteristiche operative dei circuiti integrati delle serie logiche avanzate. Stato dell'arte, parametri significativi. Logiche a bassa tensione. Calcolo del consumo di potenza dinamico negli integrati CMOS.

Problematiche di interconnessione tra integrati logici di famiglie diverse. Problematiche tipiche dei "bus": conflitti e "floating" bus. Malfunzionamenti tipici dei circuiti logici integrati, scariche elettrostatiche, SCR latch-up.

- Circuiti integrati tipici dei sistemi digitali e loro temporizzazione.

Temporizzazione di circuiti digitali basati su porte logiche, buffers, bus-switch, registri, latches, contatori, 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, organizzate dividendo gli studenti in piccoli gruppi, prevedono attività di laboratorio nelle quali gli studenti affrontano problematiche quali: Comprendere e verificare il funzionamento di circuiti logici composti da registri, buffers, tranceiver, contatori, decodifiche; Misurare le relative temporizzazioni. Gli studenti hanno inoltre modo di comprendere e verificare il funzionamento di un sistema basato su DSP.

**Disciplina:** 78789890 **ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI I**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL

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

**Note:**

**Docente:** PIERACCINI MASSIMILIANO P2 ING-INF/01 **Copertura:** AFF03

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

---

#### 1. SISTEMI DI TRASMISSIONE E RICEZIONE A RADIOFREQUENZA

Si introducono gli schemi a blocchi delle principali architetture dei sistemi a radiofrequenza

#### 2. NON LINEARITÀ DEI DISPOSITIVI ELETTRONICI

I dispositivi fondamentali dell'elettronica delle telecomunicazioni si basano su effetti non lineari (mixer, moltiplicatori di frequenza..) oppure devono limitare tali effetti (amplificatori).

2.1 Non linearità dei transistor bipolari

2.2 Non linearità dei transistor a effetto campo.

2.3 Tecniche per la riduzione delle non linearità.

#### 3. AMPLIFICATORI SELETTIVI

Gli amplificatori sono un componente chiave della maggior parte dei sistemi analogici. In questo corso si tratta in particolare della progettazione degli amplificatori selettivi in frequenza che sono più strettamente attinenti all'elettronica delle telecomunicazioni

3.1 Circuiti risonanti

3.2 Amplificatori con carico risonante

3.3 Amplificatori con circuito risonante in ingresso

3.4 Effetto Miller

#### 4. MIXER

Il mixer è il dispositivo alla base dei principali componenti dell'elettronica delle telecomunicazioni: i modulatori, i demodulatori, i traslatori di frequenza..

4.1 Mixer basati sulla non linearità della caratteristica di trasferimento

4.2 Mixer basati sul controllo del guadagno

4.3 Mixer a commutazione

4.4 Mixer a diodi

#### 5. CONVERTITORI DI FREQUENZA, MODULATORI E DEMODULATORI ANALOGICI

5.1 Moltiplicatori di frequenza

5.2 Traslatori a filtro e a sfasamento

5.3 Modulatori e demodulatori AM e FM.

#### 6. FONDAMENTI DI COMUNICAZIONE TECNICO-SCIENTIFICA

Le esercitazioni di laboratorio sono finalizzate alla progettazione e alla realizzazione di un prototipo. La fase finale è la documentazione del lavoro svolto mediante un rapporto tecnico e una presentazione. Parte non accessoria di questo corso è una serie di lezioni su come scrivere correttamente un rapporto e come preparare un'efficace presentazione.

6.1 Letteratura scientifica

6.2 Forma canonica

6.3 Come si scrive un rapporto tecnico

6.4 Come si prepara una presentazione

**Note:**

Breve illustrazione della struttura integrata dei transistori bipolari e MOS, dei resistori e dei condensatori.

Circuiti logici elementari.

Criteri di confronto tra le famiglie logiche: tolleranza al rumore, velocità e consumo di potenza, fan-out.

Logica a diodi. Logica a transistori ad accoppiamento diretto.

Logica DTL. Logica TTL standard con uscita totem-pole. Analisi circuitale statica e dinamica. Calcolo della curva di risposta e del consumo di potenza. TTL Schottky. TTL della serie avanzata.

Logica WIRED-AND. Uscita tri-state. Porta AOI TTL.

Logica ECL. Analisi circuitale di una cella ECL commerciale e calcolo della curva di risposta. Generatore del riferimento di tensione. Calcolo della deriva termica dei livelli logici. Collegamento tra celle ECL di altissima velocità.

Invertitore NMOS con carico ad arricchimento. Calcolo della caratteristica di risposta. Effetto Body. Funzionamento dinamico. Calcolo dei tempi di propagazione. Calcolo del prodotto ritardo-potenza.

Invertitore NMOS con carico a svuotamento. Calcolo della caratteristica statica e del funzionamento dinamico.

Celle logiche NOR e NAND in tecnologia NMOS.

Invertitore CMOS. Calcolo della caratteristica di trasferimento e dei tempi di propagazione. Porte logiche CMOS.

Memorie digitali.

ROM bipolari e MOS. ROM ad indirizzamento XY. Architettura per estensione di parola e di indirizzo. ROM programmabili. Struttura e operazione dei FAMOS. Programmazione e cancellazione delle EPROM.

Progetto delle ROM per look-up tables di funzioni matematiche.

Applicazione alla generazione di forme d'onda e a problemi di controllo digitale.

Circuiti logici PLA.

Architettura generale di una RAM. Memorie statiche e dinamiche. Cella di memoria statica MOS e architettura di scrittura/lettura.

Il problema del refreshing nelle memorie dinamiche. DRAM con cella a singolo MOS: architettura del banco di memoria e degli amplificatori di sensing e refreshing.

Stato dell'arte delle memorie RAM MOS.

Memorie RAM bipolari: caratteristiche della cella di memoria e del sistema di scrittura/lettura. Circuiti di selezione W/R.

Circuiti logici sequenziali.

Vari tipi di flip-flop. Registri a scorrimento. Registri bidirezionali. Contatori asincroni e sincroni. Contatori up-down.

Divisori.

Esercizi in laboratorio.

Circuiti integrati per conversione D/A

Struttura base di un convertitore D/A con rete R/2R. Architettura a sorgenti di corrente a peso binario. Reti Master-Slave. Convertitori DAC a segmenti. Convertitori 'Companders' per la compressione/espansione di dinamica. Il Compander 255. Gli switch differenziali di corrente. Linearità del convertitore e tolleranze fabbricative degli elementi integrati. Valutazione dell'errore di linearità dovuto al mismatch dei dispositivi. Stabilizzazione della corrente di riferimento del DAC mediante controllo a operazionale. Compensazione della corrente di base negli switch differenziali.

Tecniche di trimming. Convertitori ad autocorrezione utilizzando DAC di correzione pilotati da memorie EPROM o RAM.

Circuiti integrati per Conversione A/D.

Architettura base della conversione A/D. Effetti della quantizzazione. Convertitori ad integrazione a singola e a doppia rampa. Effetti delle caratteristiche dei comparatori sulla linearità e sulla velocità di conversione. Convertitore a rampa digitale.

Convertitori ad approssimazione successiva.

Architettura dei convertitori parallelo.



**Note:**

Revisione dei concetti elementari di teoria delle reti

Cenni alla teoria dei semiconduttori: Livelli energetici e bande energetiche; Conduzione nei semiconduttori: deriva e diffusione per elettroni e lacune; Concetto della massa efficace; Semiconduttori drogati, leggi dell'azione di massa e statistica elettronica; Equazioni di Schokley; Calcolo della densità di carica; Legame tra livelli di drogaggio e posizione del livello di Fermi.

Introduzione qualitativa al funzionamento del diodo P/N.

Portatori minoritari: eccesso e profilo diffusivo.

Ipotesi per il calcolo della corrente di una giunzione PN. Descrizione comportamentale della caratteristica statica della giunzione PN.

Determinazione delle capacità di giunzione e di diffusione.

Circuito equivalente a piccoli segnali: conduttanza dinamica.

Commutazione del diodo. Correnti di breackdown nei diodi e regolatori di tensioni circuiti a diodi per il raddrizzamento della tensione, filtri capacitivi. Determinazione delle capacità di giunzione e di diffusione. Circuiti a diodi e condensatori. Convertitori DC-DC, principio di funzionamento e relazioni fondamentali. risoluzione di esercizi sul tema dei circuiti contenenti diodi commutazione del diodo.

Introduzione al MOSFET. Principio di funzionamento, accumulo svuotamento ed inversione. Condensatore MOS e dipendenza dal bias. NMOSFET e PMOSFET

Determinazione della corrente in un MOSFET: zona lineare e satura. Esempi di funzionamento come resistore controllato in tensione. Transconduttanza del MOSFET, modulazione di canale. MOSFET a svuotamento.

Capacità associate alla giunzione MOS. Cenni all'effetto Body nei MOS. Modello a grandi segnali (SPICE) per i MOS. Circuiti di polarizzazione dei MOS. MOSFET come generatore di corrente e specchi di corrente.

specchi di corrente con multiple uscite: scalatura della corrente e utilizzo di strutture NMOS-PMOS. Junction-FET: principio di funzionamento e circuito equivalente.

Principio di funzionamento del BJT. Diagrammi a bande, polarizzazioni, componenti di corrente

Calcolo delle correnti in un BJT, equazioni e circuito equivalente di Ebers Moll, effetto Early

Funzionamento in modalità diretta ed inversa. Rappresentazione circuitale, modello di Ebers-Moll. Caratteristiche statiche CC, CE e CB. Tempo di transito in Base, capacità di diffusione.

Andamento in frequenza del guadagno di corrente; effetto Early; cenno al modello SPICE; circuiti di polarizzazione e stabilizzazione del punto di lavoro; specchi di corrente a BJT

Amplificatori lineari a MOS e BJT. Condensatori di accoppiamento e by-pass. Circuiti DC e dinamici. Modello a p-ibrido del BJT, modello a piccoli segnali del MOS. Configurazioni Common Source/Emitter; Common Drain/Collector e Common Gate/Base; calcolo dell'amplificazione di tensione.

continua con il calcolo dell'amplificazione di tensione. calcolo delle resistenze di in e out delle configurazioni di amplificatori a BJT e MOS. amplificatori multistadio; accoppiamento DC e AC. Configurazione Darglington, Configurazione Cascode, Amplificatore differenziale

Calcolo dell'amplificazione di tensione. stadi di uscita in classe A e B; push-pull. Protezione per i corti circuiti.

Risposta in frequenza degli amplificatori. Risposta in bassa frequenza e polo dominante. Metodo per la determinazione della frequenza di taglio inferiore mediante corto-circuiti. Modello del BJT ad alta frequenza. Frequenza per guadagno unitario. Modello ad alta frequenza per il MOS

Resistenza di base nel modello del BJT ad alta frequenza. Analisi in alta frequenza degli amplificatori CE e CS.

Effetto di Miller

Metodo delle costanti di tempo a circuito aperto per il calcolo della frequenza di taglio superiore. Prodotto guadagno-banda e dipendenza da Re. Poli dominanti. Risposta in frequenza dell'amplificatore differenziale e cascode

**Note:**

**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

**Note:**

1. Componenti passivi reali: tecnologie e caratteristiche
2. 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.
3. Amplificatori integrati di potenza in configurazione a ponte.
4. Amplificatori in classe D.
5. Distorsione armonica totale.
6. Calcolo del rendimento.
7. Progetto termico.
  
8. Dispositivi a quattro strati (scr, triac, diac); caratteristiche e circuiti di controllo. Mosfet di Potenza
  
9. Alimentatori a commutazione. Circuiti Forward e Flyback. Convertitori DC-DC
10. Sistemi di controllo della potenza mediante dispositivi a quattro strati.  
Alimentatori a dissipazione: schema a blocchi e definizione dei parametri di stabilizzazione. Regolatori di tensione con diodo zener.
11. Esercitazioni di laboratorio
  - 1) Amplificatore in classe AB in controfase
  - 2) Progetto termico
  - 3) Amplificatore in classe D
  - 4) Controllore di potenza a impulsi sincronizzati con la rete e TRIAC
  - 5) Caratterizzazione di stabilizzatori di tensione integrati e a componenti discreti
  - 6) Alimentatori a commutazione.

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

ING-IND/31

**Corso di Studio:** IEL ELS

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

**Note:**

**Docente:** REATTI ALBERTO

P2 ING-IND/31

**Copertura:** AFF03

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

---

Tutte le informazioni sui corsi ( programmi e  
appelli d'esame) sono consultabili al seguente  
indirizzo:

<a href="http://www.reatti.net">http://www.reatti.net</a>

**Disciplina:** N376IEL **FISICA I**

FIS/01

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BRUZZI MARA

P2 FIS/01

**Copertura:** TITAN

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

---

Cinematica del punto materiale

Vettori posizione e spostamento - Velocità media ed istantanea – accelerazione media ed istantanea – accelerazioni tangenziale e centripeta - moto rettilineo uniforme – moto rettilineo uniformemente accelerato – moto armonico – moto circolare uniforme – moti nel piano – moto parabolico

Dinamica del punto materiale

principi della dinamica – quantità di moto e impulso – reazioni vincolari – forza centripeta – forza peso – forze di attrito radente statica e dinamica – moto lungo un piano inclinato – forza elastica – pendolo semplice – pendolo conico – lavoro – potenza – energia cinetica – energia potenziale gravitazionale – energia potenziale elastica – lavoro della forza di attrito dinamico – forze conservative ed energia potenziale – principio di conservazione dell'energia meccanica – momento angolare – momento di una forza.

Cenni alla dinamica dei sistemi e dei corpi rigidi

Centro di massa –moto del centro di massa – principio di conservazione della quantità di moto - principio di conservazione del momento angolare – densità – momento di inerzia – equazione del moto di rotazione di un corpo rigido rispetto ad un asse fisso – energia cinetica rotazionale – moto di puro rotolamento – equilibrio statico del corpo rigido – urto completamente anelastico.

Proprietà meccaniche dei fluidi

Pressione - Equilibrio Statico - Principio di Archimede - Viscosità - Portata -Teorema di Bernoulli.

Termodinamica

Principio dell'equilibrio termico - definizione di Temperatura - Calore - Primo Principio della Termodinamica - Energia interna - Equazione di stato dei gas ideali - Trasformazioni di un gas - Calori specifici - Gas Reali - Teoria cinetica dei gas - Secondo principio della Termodinamica - La funzione di stato entropia

**Disciplina:** 22222222 **FISICA II**

FIS/01

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

**Crediti:** 25 **Tipo:** R

**Note:**

**Docente:** MENICHELLI DAVID 25U

**Copertura:** CRETR

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

---

## 1. ELETTROSTATICA

1.1 Conservazione della carica. Legge di Coulomb. Principio di sovrapposizione degli effetti. Campo elettrico. Campo generato da distribuzioni discrete e continue di carica. Linee di campo. Moto di cariche in un campo uniforme. Esempio: tubo a raggi catodici.

1.2 Flusso di un campo vettoriale. Esempio: portata di una condotta e flusso della velocità. La legge di Gauss e sua applicazione al calcolo del campo elettrico in problemi ad alta simmetria. Approfondimento: forma differenziale della legge di Gauss ( $\text{div}(\mathbf{E})=\rho/\epsilon_0$ ).

1.3 Richiami di meccanica: lavoro e energia, campi conservativi, il campo come gradiente del potenziale; punti di equilibrio. Conservatività del campo elettrostatico. Energia potenziale e potenziale elettrostatico. Calcolo del potenziale per distribuzioni discrete e continue di carica. Energia di un sistema di cariche. Moto di particelle cariche nel campo. Esempio: ionizzazione dell'atomo d'idrogeno. Approfondimenti:  $\text{rot}(\mathbf{E})=0$ ; equazione di Poisson.

1.4 Conduttori metallici. Elettrostatica dei conduttori e teorema di Coulomb. Esempi: Potere delle punte, schermi elettrostatici. Capacità di un conduttore. Energia immagazzinata da una capacità. Condensatori. Calcolo della capacità per condensatori semplici. Elettrostatica dei dielettrici: costante dielettrica relativa e rigidità dielettrica. Esempi di condensatori commerciali. Approfondimenti: cariche di polarizzazione, vettori E,P,D, condizioni al contorno dei campi alla superficie dei dielettrici.

## 2. LA CORRENTE ELETTRICA STAZIONARIA

2.1 Corrente elettrica e densità di corrente. Approfondimento: equazione di continuità ( $\text{div } \mathbf{J} = -\dot{\rho}$ ). Campo elettrico e cariche localizzate su un conduttore percorso da corrente. Legge di Ohm. Interpretazione microscopica della conduzione nei metalli (modello di Drude). Resistività e resistenza. Dipendenza della resistività dalla temperatura. Effetto Joule.

## 3. IL CAMPO MAGNETICO STATICO

3.1 Il campo magnetico e la Forza di Lorentz. Esempi: moto di una particella in un campo magnetico (orbite circolari e moto elicoidale); ciclotrone; spettrometro di massa; effetto Hall. Forza agente su un conduttore percorso da corrente. Momento agente su una spira e momento magnetico. Esempio: galvanometro d'Arsonval.

3.2 Le sorgenti del campo magnetico. Prima legge elementare di Laplace. Campo generato da una spira circolare e da una carica in moto. Teorema di Gauss per il magnetismo. Il teorema di Ampere e sue applicazioni: calcolo del campo generato dentro e fuori un conduttore rettilineo, in un avvolgimento solenooidale infinito e in uno toroidale. Approfondimenti:  $\text{div}(\mathbf{B})=0$ ,  $\text{rot}(\mathbf{B})=m_0\mathbf{I}$ . Forze tra conduttori. Definizione dell'Ampere.

3.3 Cenni al magnetismo nella materia: interpretazione microscopica del paramagnetismo; magnetizzazione e vettori M,B,H; suscettività e permeabilità magnetica relativa; raccordo dei campi alle interfacce; interpretazione microscopica del ferromagnetismo. Cicli di isteresi. Materiali ferromagnetici dolci e duri. Esempi: elettromagneti e magneti permanenti.

## 4. CAMPI VARIABILI NEL TEMPO

4.1 Introduzione: propagazione di segnali variabili lungo una linea; discussione delle condizioni di quasi-stazionarietà. La legge di Faraday-Neumann. Forza elettromotrice. Legge di Lenz. Esempi: alternatore, correnti di Foucault. Approfondimento: forma locale della legge di Faraday-Neumann.

4.2 Induzione. Coefficienti di auto induzione L e di mutua induzione M. Esempi: calcolo di L e M per circuiti semplici. Energia di circuiti mutuamente accoppiati.

4.3 Estensione della legge di Ampere al caso dinamico e sua forma locale (approfondimento). Onde in una corda: equazione d'onda, velocità di propagazione; onde periodiche e lunghezza d'onda. Onde elettromagnetiche piane. Densità di energia e vettore di Poynting. Onde sferiche. Onde armoniche. Esempi: onde radio, luce visibile. Pressione di radiazione.

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

BIO/09

**Corso di Studio:** IEL

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

**Note:**

**Docente:** CIOCIA GRAZIANO

P3 BIO/09

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Servizi Generali

---

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

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.

MUSCOLO SCHELETRICO. 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.



**Disciplina:** N058IEL **FONDAMENTI DI AUTOMATICA**

ING-INF/04

**Corso di Studio:** IEL

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

**Note:**

**Docente:** GENESIO ROBERTO

P1 ING-INF/04

**Copertura:** AFF03

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

---

#### 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 BMS **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** SELLERI STEFANO RC ING-INF/02 **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. Matrice di Scattering. Adattamento di una linea al carico. Analogia onda piana/linee di trasmissione

**Note:**

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

## 8. I caratteri e le stringhe

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

## 9. La formattazione dell' input/output

Printf e scanf  
Visualizzare interi, numeri in virgola mobile, stringhe e caratteri

## 10. Le strutture

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

## 11. Le strutture di dati

Le strutture ricorsive  
Allocazione dinamica della memoria  
Le liste concatenate  
Le pile  
Le code  
Gli alberi

## 12. Analisi di programmi: la complessità (v.Bibliogr.6)

Efficienza dei programmi  
Modello di costo  
Comportamento asintotico  
Valutazione della complessità di un programma  
Istruzione dominante

## 13. Il problema della ricerca(v.Bibliogr.6)

Ricerca sequenziale  
Ricerca binaria  
Alberi binari di ricerca

## 14. Il problema dell' ordinamento(v.Bibliogr.6)

Ordinamento per selezione  
Ordinamento a bolle  
Ordinamento per fusione  
Ordinamento veloce

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

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IEL IDT- AUS

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

**Note:**

**Docente:** COSTA FABRIZIO

25U

**Copertura:** CRETR

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

---

Programmazione orientata agli oggetti [C++]:Differenze fra C e C++, classi, costruttori e distruttori, const, friend, static, this, operatori, template, ereditarieta, polimorfismo.

Strutture Dati: Abstract Data Type, vettori, liste, code, code con priorit , dizionari, hash tables, alberi, alberi binari di ricerca, grafi, strutture dati per insiemi disgiunti.

Algoritmi: Ricorsione, complessita' computazionale, ordinamento in complessita' quadratica, logaritmica e lineare, algoritmi di visita e ordinamento dei grafi, alberi di copertura minimi.

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

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

**Note:**

**Docente:** SCHOEN FABIO P1 MAT/09 **Copertura:** AFF03

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

---

**Note:**

A.A.2005/2006

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 spazio 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.

**Note:**

Informatica industriale - A.A. 2004-2005

- 1) Caratteristiche generali dei sistemi embedded
- 2) Richiami su macchine a stati finiti, automi a stati finiti riconoscitori di linguaggi &#8211; classificazione di chomsky
- 3) Implementazione di macchine a stati
- 4) Realizzazione sistemi event-driven con interruzioni
- 5) Tipici cicli di controllo - vincoli real-time &#8211; wcet - task periodici
- 6) Real time Scheduling
- 7) Fixed priority scheduling &#8211; rate monotonic priority assignment &#8211; Earliest deadline first
- 8) Priority inversion - Priority inheritance
- 9) Sistemi operativi real-time
- 10) Introduzione ai processori di utilizzo industriale - classificazione in MPU, MCU, DSP, PLC, PC industriali
- 11) Dependability &#8211; concetti e terminologia
- 12) Valutazione dell&#8217;Affidabilità &#8211; failure rate, MTTF
- 13) Modello MIL-HDBK 217 F per valutazione Affidabilità di componenti Hw
- 14) Modello combinatorio per la valutazione. dell&#8217;affidabilità Modelli serie, parallelo, N su M
- 15) Disponibilità, Manutenibilità, MTBF, MTTR
- 16) Safety
- 17) Tecniche di valutazione qualitativa affidabilità: FMEA / HAZOP / FTA
- 18) Meccanismi di rilevazione degli errori - duplicazione e confronto
- 19) Codici rilevatori di errore
- 20) Principi dei codici correttori di errore e loro applicazioni
- 21) Fault masking TMR NMR
- 22) Ridondanza per diversità - Software fault tolerance
- 23) Esempi di sistemi dependable
- 24) Introduzione ai metodi formali per lo sviluppo, la specifica e la verifica del SW
- 25) Introduzione alla verifica formale - Model checking
- 26) La certificazione software e la Normativa CENELEC
- 27) Testing del software



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

ING-INF/06

**Corso di Studio:** IEL BMS

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

**Note:**

**Docente:** MARCHESI CARLO

P1 ING-INF/06

**Copertura:** AFF03

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

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IEL IDT

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** GHERARDELLI MONICA

P2

ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

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

---

Introduzione alle Reti di Calcolatori ed Internet

Protocolli a strati

Internet: architettura e meccanismi (i protocolli TCP/IP)

Le applicazioni Internet

Introduzione ai linguaggi HTML e PhP

Sicurezza nelle reti

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

MAT/07

**Corso di Studio:** IEL IDT

**Crediti:** 5 **Tipo:** R

**Note:** Recupero

**Docente:** BORGIOI GIOVANNI

P2 MAT/07

**Copertura:** AFF03

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

---

### 1 - ALGEBRA DEI NUMERI COMPLESSI

Numeri complessi: forma algebrica, trigonometrica, esponenziale. Algebra elementare. Potenze, radici e logaritmi di numeri complessi. Risoluzione di equazioni in campo complesso.

### 2 - 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 Bernoulli, equazioni esatte e fattori integranti.

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: il metodo dei coefficienti indeterminati ed il metodo di variazione delle "costanti".

Equazioni lineari in forma generale: ricerca delle soluzioni generali.

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. 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 dinamica delle popolazioni: il modello malthusiano, il modello logistico, il modello preda-predatore, il modello epidemiologico SIR.

Modelli in Meccanica dei Continui che vengono formulati come equazioni differenziali a derivate parziali: l'equazione della diffusione e l'equazione delle onde (unidimensionali). Risoluzione di problemi al contorno ed ai valori iniziali.

### 3 - 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.

Il passaggio formale dalla SF in forma complessa alla trasformata di Fourier.

**Disciplina:** N161IEL **MISURE ELETTRICHE**

ING-INF/07

**Corso di Studio:** IEL Ing. Elettrica

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

**Note:**

**Docente:** MILLANTA LUIGI

P2 ING-INF/07

**Copertura:** CRETR

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

---

#### PARTE METODOLOGICA

Applicazioni sperimentali di analisi statistica dei dati. Medie, scarti, dispersione. Errori sistematici e casuali. Ripercussione delle incertezze (deterministica, probabilistica). Distribuzione normale, reiezione di dati anomali. Scarto-tipo della media. Minimi quadrati e massima verosimiglianza. Distribuzione di Student. Determinazioni provenienti da distribuzioni diverse, media pesata e scarto-tipo risultante. Valutazione delle incertezze di "Tipo A" e di "tipo B".

Distribuzioni stimate a priori (rettangolare, trapezoidale, triangolare, ad U). Incertezza combinata, incertezza estesa.

#### PARTE APPLICATIVA

Oscilloscopio - Strumento analogico: pannello comandi, architettura, risposta in frequenza e al gradino. Strumento digitale: vantaggi e limitazioni rispetto allo strumento analogico, architettura, tecniche di campionamento (tempo-reale e tempo equivalente). Sonde di tensione ad alta impedenza: partitore R-C, compensazione, comportamento al variare della frequenza e risposta al gradino nel caso di sonda compensata e non, impedenza d'ingresso.

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

ING-INF/06

**Corso di Studio:** IEL

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

**Note:**

**Docente:** EVANGELISTI ATTILIO

P2 ING-INF/06

**Copertura:** AFF03

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

---

Principali proprietà dei sistemi fisiologici con riferimento a quelle tradizionali proprie dei sistemi tecnologici.

Sistema Neurosensoriale

Il potenziale d'azione. Modello statico della membrana della cellula eccitabile.

Derivazione teorica del potenziale di Nernst per le singole specie ioniche. Derivazione del modello elettrico della cellula eccitabile.

Sistema Neuromuscolare

Struttura e proprietà microscopiche del muscolo scheletrico. Fenomeni biochimici ed energetici alla base della contrazione muscolare. Proprietà meccaniche e funzionali del muscolo scheletrico. Modello statico del muscolo scheletrico.

Sistema Cardiovascolare

Modello funzionale del muscolo cardiaco. Dinamica e modellistica del ventricolo sinistro e delle valvole cardiache. Rappresentazione in termini modellistici dell'emodinamica arteriosa e venosa.

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

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IEL ELS

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

**Note:**

**Docente:** BIAGI ELENA

P2 ING-INF/01

**Copertura:** AFF03

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

---

Sistemi di misura. Introduzione alla RADIOMETRIA e differenze con la FOTOMETRIA, unità di grandezza e simbologia. Quantità spettrali e non spettrali. Energia radiante, Flusso radiante, Intensità radiante, Irradianza Emettenza, Radianza, Assorbanza.. Meccanismi di interazione onde elettromagnetiche, materia.

Corpo nero, distribuzione spettrale della radiazione di corpo nero, Legge di Stefan Boltzmann, legge di radiazione di Plank, Legge dello spostamento di Wien. Corpi grigi, corpi reali. Corpo nero come riferimento per definire le proprietà di assorbimento e emissione dei corpi, corpi freddi e corpi caldi, misure assolute di temperatura basate sul colore.

Sistemi di misura. Fotometria, definizione radiometrica di candela, Curva di sensibilità dell'occhio umano standardizzata, visione fotopica e scotopica. Grandezze fotometriche e loro equivalenza con le grandezze radiometriche.

Principi di ottica geometrica, postulati, leggi della riflessione e rifrazione, applicazione della legge di Snell, riflessione totale, lastra a facce piane e parallele, applicazioni del principio di tempo stazionario, prismi, prisma riflettente, prisma dispersivo.

Ottica geometrica parassiale, specchi sferici, lenti sottili, distanza focale, immagine reale e virtuale, diottri sferici, equazione del diottero e distanze focali, lenti sottili, equazione dei costruttori di lenti, convenzioni sui segni, costruzioni geometriche, specchio sferico convergente, specchio sferico divergente, lente convergente, lente divergente.

Ingrandimento, costruzione grafica delle immagini, ingrandimento trasversale, combinazione di due lenti, diaframmi, numero "F", lente di ingrandimento, macchina fotografica

Lente d'ingrandimento e oculare, microscopio composto, telescopio ad espansione di fascio, specchi sferici, definizioni, convenzione e equazione dei punti coniugati

Ottica matriciale, matrici fondamentali, calcolo della distanza immagine, matrice di una lente sottile, stabilità di una cavità risonante, lenti spesse, matrice di trasferimento, diottria di una lente spessa,

Aberrazioni monocromatiche, coma, astigmatismo, aberrazione cromatica, equazione dei raggi, lenti a gradiente di indice. Doppia fenditura e reticolo di diffrazione, esercizi

Aberrazioni monocromatiche, coma, astigmatismo, aberrazione cromatica, equazione dei raggi, lenti a gradiente di indice. Doppia fenditura e reticolo di diffrazione, esercizi

Metodi di accoppiamento e disaccoppiamento della luce in guida, caratterizzazione di guide ottiche planari, dispositivi ottici integrati, interferometro di Mach-Zehnder, accoppiatore direzionale

Tecniche di fabbricazione di guide ottiche in vetro e niobato di litio, dispositivi ottici integrati  
Accoppiamento della luce in guida, misura delle costanti di propagazione

Fibre ottiche, condizioni di propagazione in fibra, tipi di fibre ottiche "step-index" e "graded index", apertura numerica, prodotto Banda-Lunghezza, fibre ottiche come sistemi per la guida di fasci laser, fibre in silice e in plastica..

Fibre ottiche, attenuazione, assorbimento del materiale, perdite per diffusione, perdite per effetti non lineari, dispersione, dispersione modale, dispersione cromatica, dispersione di guida d'onda., indice di rifrazione effettivo

Fibre ottiche, modi di propagazione in una guida planare, velocità di fase e velocità di gruppo, condizioni di monomodalità, amplificatori ottici, componentistica per fibre ottiche, sistemi di accoppiamento luce-fibra

Fotorivelatori, fotorivelatori fotoconduttivi, fotoconduttori intrinseci e estrinseci, fotodiodi attivi e passivi, efficienza di conversione, guadagno, grandezze tipiche, banda elettrica e banda ottica.

Fotorivelatori fotoconduttivi, circuiti equivalenti, punto di lavoro, circuiti di ricezione, fotodiodi PIN

Fotorivelatori di tipo termico, pirometri, circuiti equivalenti, reti di ricezione, applicazione per le misure su sorgenti laser, applicazioni per immagini termografiche, banda elettrica e banda ottica, applicazioni dei pirometri per misure su fasci laser.

Misure con sensori piroelettrici in PVDF per la rilevazione della macchia focale di sistemi laser e la misura di potenza ottica. Elettronica di elaborazione segnale, di trasferimento dati e di presentazione immagini

Grandezze caratteristiche dei fotorivelatori, responsività, "Noise Equivalent Power",  $D^*$ , criteri di progetto per la minimizzazione del rumore del dispositivo della sorgente e del canale di comunicazione

Sensori per immagini a CCD, sensori lineari e a matrice, sensori per immagini nel visibile e nell'infrarosso, immagini per fluorescenza, schede elettroniche di pilotaggio acquisizione e trasferimento dati a personal computer.

**Disciplina:** N172IEL    **ORGANIZZAZIONE POLITICA EUROPEA**    IUS/14

**Corso di Studio:** IEL    IDT    **Crediti:** 3    **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** LORENZI MAXIMILIANO    25U    **Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:**

---

Programma delle lezioni:

- \*Differenza fra diritto interno e diritto internazionale, Stati e organizzazioni internazionali.
- \*Storia del processo di integrazione europea e principali modifiche dei trattati.
- \*Istituzioni: Commissione, Parlamento, Consiglio dei Ministri, Consiglio Europeo.
- \*Il lobbying e la rappresentanza degli interessi.
- \*Il deficit democratico.
- \*Le caratteristiche del sistema politico dell'Unione Europea.

L'esame si articola attorno alle seguenti tematiche:

1. Storia dell'integrazione europea: dalle origini alla Convenzione Europea. Capitoli:  
1 (solo lettura)  
2,3,4,5 (studiare)
2. Come funziona l'Unione Europea. Le istituzioni dell'Unione.  
Capitoli: 6,7,8,9,10 (studiare)



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

**Corso di Studio:** IEL IDT

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

**Note:**

**Docente:** VERDUCI ALESSANDRA 25U

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:**

---

Conoscersi per trovare lavoro: bilancio delle proprie competenze

La lettera di presentazione:

1. Finalità, struttura, caratteristiche della lettera di presentazione 2. Aspetti relazionali e di contenuto

Il curriculum vitae - FORMATO EUROPEO:

1. Finalità, struttura e caratteristiche fondamentali del curriculum vitae

2. L'organizzazione delle informazioni e l'aggiornamento

Il colloquio di lavoro:

1. Le fasi del colloquio di lavoro

2. Aspetti formali e di contenuto.

3. Le regole da ricordare nella gestione di un colloquio di lavoro

**Disciplina:** N179IEL **ROBOTICA E AUTOMAZIONE INDUSTRIALE** ING-IND/13

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

**Note:**

**Docente:** ALLOTTA BENEDETTO P1 ING-IND/13 **Copertura:** AFF03

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

---

#### 1. Introduzione al corso

Cenni storici - Robotica industriale e robotica avanzata - Struttura dei manipolatori

#### 2. Cinematica

Posizione ed orientazione di un corpo rigido - Matrici di rotazione - Composizione di rotazioni - Rotazione intorno ad un asse arbitrario

Rappresentazioni minime dell'orientazione - Trasformazioni omogenee - Cinematica diretta - Spazio dei giunti e spazio operativo -

Calibrazione cinematica - Il problema cinematico inverso - Cenni alla cinematica dei robot paralleli - Cenni alla cinematica dei robot mobili su zampe e su ruote

#### 3. Cinematica differenziale e statica

Jacobiano geometrico - Jacobiano analitico - Singolarità cinematiche - Analisi della ridondanza - Inversione della cinematica differenziale

e relativi algoritmi - Statica - Ellissoidi di manipolabilità

#### 4. Dinamica

Formulazione lagrangiana - Proprietà del modello dinamico dei manipolatori - Identificazione dei parametri dinamici - Formulazione di

Newton-Eulero - Problema dinamico diretto e problema dinamico inverso - Modello dinamico nello spazio operativo - Ellissoidi di manipolabilità dinamici

#### 5. Pianificazione di traiettorie

Percorso geometrico e traiettoria - Traiettorie nello spazio dei giunti - Traiettorie nello spazio operativo

#### 6. Controllo del movimento

Controllo nello spazio di giunto - Controllo indipendente al giunto - Controllo con compensazione in avanti a coppia calcolata - Controllo

centralizzato - Controllo nello spazio operativo - Confronto tra le varie tecniche di controllo

#### 7. Controllo dell'interazione

Interazione con l'ambiente - Controllo di compliance - Controllo d'impedenza - Controllo di forza - Controllo ibrido - Visual servoing

#### 8. Sensori ed attuatori

Azionamenti di giunto - Servomotori - Classificazione dei sensori - Sensori propriocettivi - Sensori esteroceettivi

Elenco degli argomenti oggetto di esercitazioni

#### 1. Richiami di algebra lineare

Matrici - Vettori - Trasformazioni lineari - Autovalori e autovettori - Forme bilineari e quadratiche - Pseudoinversa - Decomposizione ai valori singolari

## 2. Cinematica

Cinematica diretta e inversa di alcune strutture di manipolatori

## 3. Cinematica differenziale

Calcolo dello jacobiano per alcune strutture di manipolatori

## 4. Dinamica

Calcolo del modello dinamico per alcune strutture di manipolatori con il metodo di Lagrange. Cenni al metodo di Newton-Eulero

## 5. Pianificazione di traiettorie

Algoritmi di generazione di traiettorie con leggi orarie paraboliche, cubiche, quintiche, spline

## 6. Controllo del movimento

Esempi di sistemi di controllo del movimento commerciali

**Note:**

Ultrasuoni:

- Propagazione acustica: trattazione, impedenza acustica, attenuazione e assorbimento, onde trasversali e onde longitudinali.
- Effetto piezoelettrico: principio fisico dell'effetto piezoelettrico, trasduttori piezoelettrici, circuito equivalente di Mason, trasduttori monoelemento e a cortina, focalizzazione e fascio ultrasonico.
- Tecniche di indagine: tecnica eco, tecnica in riflessione, presentazioni di tipo A, B, C ed M. L'ecografia: esempio di una catena di acquisizione ecografica per uso biomedicale.
- Tecniche Doppler: effetto Doppler, tecnica Doppler CW, tecnica Doppler PW, Doppler 3D.
- Controlli non distruttivi: applicazioni degli ultrasuoni in campo industriale

Caratteristiche generali dei sensori:

Definizione di sensore, classificazione dei sensori, funzione di trasferimento, gamma dinamica, accuratezza, calibrazione, isteresi, non-linearità, saturazione, ripetibilità, risoluzione, circuito equivalente, risposta in frequenza, fattori ambientali, affidabilità, incertezza.

Sensori convenzionali:

- Effetti fisici: Effetto piroelettrico, effetto Seebeck, effetto Peltier, effetto Hall.
- Sensori di posizione: potenziometrici, a gravità, capacitivi, induttivi, magnetici, a ultrasuoni, giroscopio. Sensori di presenza. Sensori di velocità e di accelerazione. Sensori di sforzo. Sensori di pressione. Sensori di flusso. Sensori acustici. Sensori di umidità. Sensori di temperatura.

Elettronica di interfaccia:

Circuiti amplificatori. Amplificatore per strumentazione. Amplificatore di carica. Amplificatori chopper. Generatori di tensione di riferimento. Oscillatori. Stadi pilota. Circuiti a ponte. Rumore.

Sensori a stato solido:

Sensori a stato solido piezoresistivi, piezoelettrici, capacitivi. Sensori di sforzo. Accelerometri a stato solido. Effetto termoelettrico. Termoresistori. Diodi e transistori impiegati come sensori termici. Sensori di flusso. Sensori di vuoto. Sensori a infrarossi. Sensori Hall a stato solido. Smart sensors.

Sensori ottici:

Fotorivelatori fotovoltaici e fotoconduttivi, circuiti equivalenti, punto di lavoro. Fotorivelatori termici, termocoppie termopile, bolometri, sensori piroelettrici in PVDF. Sensori in fibra ottica, biomedicali a modulazione di lunghezza d'onda, intensità e fase. Sensori a CCD e in tecnologia MOS, confronti dispositivi per immagini e come rivelatori di radiazione. Optoacustica, regime ablativo e termo-elastico, sensori opto-acustici. Acusto-ottica, sensori per la ricezione di ultrasuoni. Sensori per immagini di tipo termico. Tecnologia DLP (Digital Light Processor).

**Disciplina:** P446IEL    **SISTEMI E CIRCUITI IN ALTA FREQUENZA**    ING-INF/02

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

**Note:**

**Docente:** BIFFI GENTILI GUIDO    P1    ING-INF/02    **Copertura:** AFF03

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

---

**Note:**

STEn: Sistemi e Tecnologie per l'Energia  
(5 CFU - Ind-08/09)

C.L. Ingegneria Elettronica- Firenze  
C.L. Ingegneria Telecomunicazioni- Firenze

III anno (1° sotto-periodo)

Prerequisiti necessari

- Concetto di lavoro e di energia

Capacità acquisite al termine del corso

- Conoscenza dei principali impianti di conversione energetica e uso dell'energia al fine di produrre energia elettrica
- Semplici bilanci secondo il primo principio della termodinamica al fine di stimare le prestazioni di un impianto energetico

- Conoscenza di base dello scambio termico.

Programma dettagliato

INTRODUZIONE (2H)

- Introduzione al corso.
- Problematiche energetiche e di scambio termico.
- Proprietà ed equazioni dei gas.

RICHIAMI DI TERMODINAMICA (10H)

- Primo principio della termodinamica.
- Calore, Lavoro ed Energia interna, Entalpia.
- Calori specifici
- Il principio della termodinamica. Concetto di Entropia.
- Trasformazioni Termodinamiche (Isocora, Isobara, Isoterma, Adiabatica, Isoentropica).
- Cicli termodinamici. Rendimento Termodinamico. Ciclo di Carnot.
- Piani Termodinamici (P-V, T-S, H-S).
- Introduzione alla combustione.
- Le prestazioni degli impianti termici: Concetto di Rendimento e Lavoro specifico.
- Principio di sovrapposizione dei rendimenti.
- Impianti: introduzione e classificazioni.
- Le Macchine: introduzione e classificazioni.

- Analisi dimensionale. Teorema Pi-Greco.

TURBINE A GAS (10 H)

- Turbina a gas: Ciclo Ideale e parametri che lo caratterizzano.
- Turbina a gas: Effetto del rapporto di compressione e temperatura massima sulle prestazioni.
- Turbina a gas: Descrizione dei suoi componenti: compressore, turbina e combustore.
- Classificazione delle turbine a gas.
- Turbina a gas: Ciclo Reale.
- Le camere di combustione nelle turbine a gas. Combustori di tipo DLN.
- Curve caratteristiche dei componenti.
- Sistemi di regolazione delle turbine a gas.
- Analisi di off-design di una turbina mono-albero e bi-albero.
- Sistemi di controllo elettronici applicati alle turbine a gas.

IMPIANTO A VAPORE (4 H)

- Impianto a vapore: descrizione e rappresentazione nel piano termodinamico.
- Impianto a vapore: Effetto dei principali parametri termodinamici sulle prestazioni del ciclo.
- Il condensatore.
- Il degasatore.
- Impianto a vapore: Riscaldamenti ripetuti.

MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA (8 H)

- Motori a combustione interna: descrizione del ciclo a 4T, ciclo Beau De Roche, Ciclo Sabathé.
- MCI: ciclo reale.
- MCI: combustione e caratteristiche tipiche dei motori ad AC e AS.

- MCI: diagramma di distribuzione (anticipi e ritardi di apertura).
- MCI: accenno alle emissioni inquinanti.
- MCI: sistemi di controllo e controlli della centralina elettronica.
- MCI: Accenno alla telemetria e applicazioni (Formula Student).

#### SCAMBIO TERMICO (8 H)

- Principi di scambio termico.
- Conduzione. Resistenza termica. Resistenza termica di contatto.
- Convezione. Strato limite di cinematico e termico. Numeri adimensionali: Nu, Re, Pr, Gr. Approccio correlativo.
- Irraggiamento.
- Scambio termico nei componenti elettronici.

#### ESERCIZI

- Esercizi: concetto di energia e di Potenza (1h)
- Esercizi: bilanci termodinamici (primo principio) (2h)
- Esercizi: Trasformazioni termodinamiche. (2h)
- Esercizio: Analisi termodinamica di una turbina a gas mono-albero. (2h)
- Esercizio: Analisi termodinamica di una turbina a gas bi-albero. (2h)
- Esercizio: Conduzione di calore in caso stazionario (2h)
- Esercizio: Scambio termico per convezione (2h)

**Note:**

---

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>

Introduzione: cos'è un sistema operativo, diversi tipi di s.o. (batch, multiprogrammato, time-sharing, ...), l'evoluzione dei s.o. nel tempo;

Struttura di un calcolatore: unità centrale, dispositivi periferici, le interruzioni, meccanismi di protezione hardware;

Struttura di un s.o.: componenti, interazione tra componenti, servizi, primitive di sistema (system calls), programmi di sistema; macchine virtuali (caso di studio: VMWare);

Introduzione alla piattaforma Java: la virtual machine ed il linguaggio di programmazione;

Multiprogrammazione: processi (con particolare riferimento al sistema operativo Linux) e threads (con particolare riferimento a Java);

CPU scheduling: concetti di base (CPU e I/O burst, scheduler, preemption, dispatcher), criteri di scheduling, algoritmi (first come first served, shortest job first, round robin, coda multilivello, coda multilivello con feedback); sistemi real-time (hard-realtime e soft-realtime; algoritmi RMS ed EDF; inversione della priorità ed ereditarietà della priorità); lo scheduler di Linux;

Sincronizzazione di processi e threads: primitive elementari Java per attendere completamento threads e processi; il problema della sezione critica, con soluzioni SW (fra cui algoritmo di Dekker o di Peterson, algoritmo del fornaio) e HW (test&set, swap); semafori, regioni critiche e monitor; problema produttore/consumatore con buffer di memoria limitato, problema lettori/scrittori, problema dei 5 filosofi; esempi applicativi in Java; costrutti avanzati per la sincronizzazione in Java (synchronized, monitor, mutex lock e variabili di condizione);

Il problema dello stallo: caratterizzazione, il grafo di allocazione delle risorse, strategie di prevenzione, strategie per evitare lo stallo (l'algoritmo del grafo di allocazione, l'algoritmo del banchiere), strategie di rilevazione e rimozione;

Il sottosistema di I/O: caratterizzazione dell'I/O; I/O sincrono/asincrono, bloccante/non bloccante; buffering; caching; I/O in Java mediante streams; I/O asincrono mediante threads;

Comunicazione tra processi: processi cooperanti; IPC tramite memoria condivisa e scambio di messaggi; Sistemi distribuiti: comunicazione mediante sockets TCP; esempi in Java per server TCP con multi-threading; i moduli di multiprogrammazione del web server Apache;

Gestione della memoria: binding degli indirizzi; spazio di indirizzamento logico e fisico; caricamento dinamico, linking dinamico, overlays; swapping; allocazione della memoria (contigua, paginazione, segmentazione).

La memoria virtuale: paginazione su domanda; sostituzione delle pagine (FIFO, ottimo, LRU, LRU approssimato); allocazione della memoria fisica (numero minimo, algoritmi, locale/globale); thrashing (working set, frequenza dei page faults); prepagging, dimensione delle pagine; memory-mapped I/O.



**Disciplina:** 00000001 **STATISTICA E PROBABILITA' PER L'INGEGNERIA** ING-INF/07

**Corso di Studio:** IEL IDT **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** COPERTURA DA CONFERMARE!!!!

**Docente:** ZANOBINI ANDREA RC ING-INF/07 **Copertura:** AFF03

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

---

Introduzione alla statistica: definizione e cenni storici. Elementi di statistica descrittiva, indici di centralità e di variabilità (assoluti e relativi), coefficiente di variazione. Approcci al calcolo delle probabilità. Esperimenti casuali, spazio campionario, eventi, spazio degli eventi. Assiomi di Kolmogorov e corollari. Probabilità condizionate. Eventi incompatibili e indipendenti. Teorema di Bayes.

Definizione di variabile aleatoria nel caso discreto e nel caso continuo. Rappresentazione grafica di una distribuzione di probabilità. Probabilità puntiforme e funzione cumulata di distribuzione nel caso discreto. Funzione densità di probabilità e funzione cumulata di distribuzione nel caso continuo. Valor medio e varianza di una variabile aleatoria nel caso discreto e nel caso continuo. Proprietà di valor medio e varianza. Disuguaglianza di Tchebycheff. Principali distribuzioni discrete: Bernoulli, Binomiale e di Poisson. Principali distribuzioni continue: Normale, uniforme ed esponenziale. Approssimazione Binomiale-Poisson-Gaussiana.

Distribuzioni Campionarie: Campioni e Popolazione, Parametri, Statistica campionaria, Distribuzione campionaria. Intervalli di Confidenza: Disegno campionario, Intervalli di confidenza per la media della popolazione, Intervalli di confidenza per la proporzione della popolazione, Dimensione campionaria. Test d'Ipotesi: Gli elementi di un test d'ipotesi, Errori del I e del II tipo, Test d'ipotesi per la media della popolazione (grandi e piccoli campioni), Test d'ipotesi per la proporzione della popolazione (grandi e piccoli campioni), Test d'ipotesi per la media della popolazione (grandi e piccoli campioni), Test d'ipotesi per la varianza della popolazione. Software minitab.

**Note:**

Approccio alla sicurezza.

Cellula, potenziale d'azione, rebase e cronassia, relazione che lega la durata del contatto, tetanizzazione, cuore, effetto pompa complesso QRS, fibrillazione, soglia di percezione, soglia di rilascio volontario. Macro e micro-shock e soglia di defibrillazione, andamento delle soglie con la frequenza, dati sperimentali sull'animale, dipendenza con la durata dell'impulso, dipendenza con il peso corporea, valori numerici nell'uomo, impedenza e tensione di contatto, effetto termico, incidenza della mortalità. Enti certificatori, certificazione volontaria e obbligatoria, requisiti essenziali di sicurezza, direttive europee e norme in campo sanitario, Norme ISO, IEC, CEN, CENELEC, CEI, UNI.

Norme generali e particolari, rischio elettrico accettabile e concetto di stato dell'arte, responsabilità personale.

#### Impianti elettrici

Norma CEI 64-8, protezione contro i contatti diretti e indiretti, protezione contro gli effetti termici, sovracorrenti, correnti di guasto, sovratensioni e abbassamenti di tensione. Classificazione dei locali, zona paziente, sistemi di distribuzione (TN, TN-C, TN-s, TT, IT, IT-M). Circuito di controllo dell'isolamento, protezione contro i contatti diretti e indiretti, schema costruttivo magnetotermico, caratteristica magnetotermico, caratteristica fusibile, curva di pericolosità della corrente a 50 Hz, principio di funzionamento e schema costruttivo interruttore differenziale. Protezione mediante bassissime tensioni, protezione mediante isolamento doppio o rinforzato, mediante interruzione automatica dell'alimentazione nei sistemi TN e nei sistemi TT. Nodo equipotenziale, massa, massa estranea, altre protezioni, protezione contro le sovracorrenti, sovraccarico, corto circuito, pavimento antistatico. Coordinamento delle protezioni, sorgenti ausiliarie, operatività e tipologia delle utenze, tipologia delle sorgenti, UPS, gruppo elettrogeno, sintesi delle prescrizioni impiantistiche.

#### Apparecchi elettromedicali

Definizione di apparecchio, classificazione, tipo apparecchio. Apparecchi elettromedicali e tipo di protezione, punti di applicazione della tensione applicata, valori di tensione applicata. Grado di protezione, correnti di dispersione, sistema di misura (MD), valori ammessi di corrente di dispersione per ciascun tipo, resistenza del conduttore di protezione. Situazioni pericolose, rischio di microshock caso normale, rischio di microshock e pericolo di contatto con l'involucro. Situazioni pericolose: rischio di microshock se si tocca un involucro attraverso un operatore, rischio di microshock sicurezza al 1° guasto, pericolo al 2° guasto.

#### Laboratorio

Aspetti clinici e organizzativi, tipologia di laboratorio, automazione nei laboratori. Metodiche di lavoro: Chimica clinica, biochimica. Fotometria ad assorbimento luminoso, legge Lambert Beer. Tecnica end-point, tecnica per cinetica enzimatica. Schema a blocchi fotometro a singolo e doppio raggio, sorgente luminosa, monocromatore a riflessione e a diffusione, rivelatore a fotomoltiplicatore e a fotodiode. Elettroliti, fotometro a fiamma, sensore ad elettrodo specifico, proteine, elettroforesi. Ormoni e farmaci, gascromatografo, HPLC, sensore a filo caldo, sensore a ionizzazione, sensore a cattura di elettroni. Urine, chimica secca. Ematologia, ematocrito: conteggio manuale, contaglobuli automatico di Coulter, contaglobuli automatico di Toa, determinazione automatica della formula leucocitaria, VES. Coagulazione: coagulometro – sistemi storici, coagulometro centrifugo, citofluorimetro. Immunologia: antigeni e anticorpi, RIA competitivo, RIA sequenziale, metodiche a immunofluorescenza, metodiche nefelometriche, metodiche chemiluminescenti, gruppi sanguigni. Biologia molecolare: struttura ed elica del DNA e del RNA, amplificazione per polimerasi, tecnica real-time. Microbiologia: incubazione, antibiogramma. Citologia e istologia: inclusione, microscopio diretto, microscopio a contrasto di fase. Automazione del Laboratorio: preanalitica, diluitori automatici, analizzatori automatici, tipo SMA, serali, paralleli, combinati. Sistema informativo del laboratorio (LIS).

Per maggiori dettagli contattare: Ing. Fabrizio Dori ([fabrizio.dori@unifi.it](mailto:fabrizio.dori@unifi.it)), Ing. Ernesto Iadanza ([ernesto.iadanza@unifi.it](mailto:ernesto.iadanza@unifi.it))

**Note:**

1. Introduzione

Scopo e linee principali del corso.

2. Proprietà strutturali e metodi di sintesi nello spazio degli stati

Rappresentazione mediante equazioni di stato e forma della soluzione per sistemi dinamici tempo discreto. Stabilità interna e stabilità ingresso-uscita. Proprietà di controllabilità e raggiungibilità. Proprietà di osservabilità e ricostruibilità.

Sintesi di sistemi di controllo mediante retroazione algebrica sullo stato. Osservatori asintotici dello stato. Proprietà di stabilizzabilità e rilevabilità. Principio di separazione.

3. Il regolatore LQ

Formulazione del problema del regolatore Lineare-Quadratico (LQ) a tempo discreto e sua soluzione mediante programmazione dinamica di Bellman. Equazione algebrica di Riccati e suo ruolo nella regolazione LQ in regime stazionario. Una proprietà di monotonia della regolazione LQ.

Uso della regolazione LQ in problemi di inseguimento: modello incrementale ed azione integrale.

4. Descrizioni matriciali fratte di sistemi dinamici

Descrizioni matriciali fratte (MFD), matrici unimodulari, ed estrazione di massimi divisori comuni mediante operazioni elementari su matrici polinomiali, identità di Bezout. MFD irriducibili. Relazione tra MFD e rappresentazioni di stato di sistemi dinamici lineari tempo-invarianti (LTI).

5. Stabilità interna, parametrizzazione Q e sintesi mediante il parametro Q

Stabilità interna di sistemi in retroazione. Parametrizzazione Q di Youla-Kucera di tutti i compensatori stabilizzanti.

Sintesi tramite il parametro Q della sensitività complementare di sistemi SISO: caso di impianti stabili e caso di impianti instabili; sintesi H-2 di sensitività complementare.

6. Approccio polinomiale alla regolazione LQ

Approccio polinomiale alla regolazione LQ: problema di fattorizzazione spettrale sinistra ed autovalori del sistema di controllo ottimale. Cenni su inseguitori LQ a 2 gradi di libertà.

7. Controllo anti-avvitamento

Avvitamento dei modi instabili dell'unità di controllo prodotti da non linearità statiche nell'anello di retroazione.

Architettura anti-avvitamento (AW) alla Hanus di unità di controllo bi-propria e a fase minima. Interpretazione mediante la nozione di riferimento virtuale. Controllo AW per unità di controllo in descrizione di stato. Uso della tecnica di controllo AW per la commutazione priva di dossi nel controllo a guadagno programmato.

**Note:**

IA PARTE: Analisi dei segnali biomedici (14h).

Introduzione (2h)

Natura dei segnali biomedici (deterministici, stocastici, frattali e caotici)

Modelli CT e DT di sistemi dinamici

Segnali e sistemi dinamici: proprietà

Energia e potenza dei segnali

Autocorrelazione e autocovarianza

Modelli di sistemi dinamici tempo-invarianti (4h)

Modelli lineari

Modelli di stato e modelli ingresso-uscita

Strutture di modelli dinamici

La procedura dell'identificazione: elementi base e fasi del procedimento

Analisi dei dati

Scelta del modello

Scelta del criterio di stima

Calcolo dei parametri del modello

Verifica della bontà del modello

Metodi di stima parametrica (6h)

Principi di base

Metodi di stima "a blocchi":

Regressione lineare

Minimi Quadrati

Metodi di stima ricorsivi:

Minimi Quadrati

Stima spettrale parametrica

Confronto fra stima spettrale parametrica e non-parametrica

Identificazione di sistemi dinamici: aspetti pratici (2h)

Stazionarietà ed ergodicità

Campionamento e quantizzazione

Scelta della frequenza di campionamento

Pre-trattamento dei dati

Scelta del modello

Scelta dell'ordine "ottimo" per il modello

IIA PARTE:

Analisi di immagini – ultrasuoni e risonanza magnetica (11h).

Segnali ed immagini ad ultrasuoni (6h)

Generalità

Generazione degli ultrasuoni

Propagazione degli ultrasuoni

Ecografia

Tecniche di scansione e di visualizzazione

La flussimetria Doppler

Immagini di risonanza magnetica (5h)

Principi fisici

Sequenze di eccitazione

Agenti di contrasto

Misure di flusso e tecniche agiografiche

Risonanza magnetica funzionale

Componenti HW in risonanza magnetica

"TECNOLOGIE BIOMEDICHE" – Nuovo Ordinamento - modulo da 2.5 CFU

INTRODUZIONE: Tecnologie bioemdiche e immagini mediche.

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, operazioni puntuali, locali, geometriche, algebriche e logiche. Tecniche di modificazione dell'istogramma, equalizzazione, amplificazione della dinamica, finestra dei grigi. Filtraggi a media mobile.

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

RADIAZIONI IONIZZANTI: sorgenti, dosimetria, effetti, elementi di radioprotezione.

IMMAGINI A RAGGI X: generalità, sorgente, interazione raggi X-materia, mezzi di contrasto, rivelatori, immagini statiche e dinamiche. Tecniche di radiografia numerica: videoradiografia e DSA, computer radiography e digital radiography.

La tomografia radiologica computerizzata: geometrie di scansione, evoluzioni, vantaggi, applicazioni.

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.

ALTRE TECNICHE DI IMMAGINE: cenni su metodi ottici; Tomografia a coerenza ottica.

ESERCITAZIONI SOFTWARE al LABORATORIO

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

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

**Note:**

**Docente:** MANES GIANFRANCO P1 ING-INF/01 **Copertura:** AFF03

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

---

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

ING-IND/31

**Corso di Studio:** IEL

**Crediti:** 5 **Tipo:** R

**Note:** Recupero

**Docente:** MANETTI STEFANO

P1 ING-IND/31

**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.



