

# **Ing. Telecomunicazioni**

**Disciplina:** N165IDT    **ANALISI E SIMULAZIONE DI SISTEMI**    ING-INF/04  
**DINAMICI**

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

**Note:**

**Docente:** BASSO MICHELE    RC    ING-INF/04    **Copertura:** AFF03

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

---

vedi Analisi e Simulazione di Sistemi Dinamici - IEL

**Note:**

Elementi di teoria degli insiemi.

- \* Rappresentazione degli elementi di un insieme.
- \* Relazione di inclusione tra insiemi.
- \* Operazioni insiemistiche fondamentali: (inclusione), unione, intersezione, differenza, complementazione.
- \* Prodotto cartesiano tra insiemi.

Numeri Reali

- \* Definizione costruttiva e definizione assiomatica dell'insieme dei numeri reali
- \* Operazioni definite in  $\mathbb{R}$  ( addizione e moltiplicazione) e loro proprietà.
- \* Concetto di retta orientata e relazione di  $\leq$  tra coppie di numeri reali.
- \* Insiemi limitati (superiormente e inferiormente), massimo e minimo per un insieme. Maggioranti e minoranti per un insieme, estremo superiore ed estremo inferiore.
- \* Assioma di completezza.
- \* Intervalli reali.
- Primo concetto di infinito.
- \* Valore assoluto di un numero reale e sua interpretazione come distanza euclidea.
- Richiamo alle disequazioni con il valore assoluto.
- \* Piano cartesiano
- Punto medio di un segmento.
- Distanza tra due punti nel piano.

Funzioni da  $\mathbb{R}$  in  $\mathbb{R}$

- \* Definizione di funzione tra due insiemi A e B.
  - \* Visualizzazione geometrica mediante diagrammi di Eulero-Venn.
  - \* Dominio, Codominio e Immagine di una funzione.
- Esempi
- \* I Grafici. Grafici di Funzioni.
  - \* Traslazioni e Dilatazioni: Traslazione Orizzontale e Verticale, Costanti moltiplicative: allungamento, compressione e riflessione.
  - \* Funzioni Pari e Dispari: Simmetria del Grafico.
  - \* Funzioni limitate.
  - \* Funzioni monotone.
  - \* Funzioni Periodiche.
  - \* Funzioni Elementari: Funzioni Algebriche, Polinomi, Funzioni Esponenziali e Logaritmiche, Funzioni Trigonometriche, Funzioni iperboliche. Definizioni, grafici e prime proprietà.
  - \* Confronto del grafico di  $y=f(x)$  con il grafico di  $y=|f(x)|$ .
  - \* Operazioni Algebriche tra Funzioni. Composizione di Funzioni. Funzione Identità. Funzioni iniettive, suriettive e biettive. Funzioni Inverse. Esempi
  - \* Relazione tra il grafico di  $f(x)$  e il grafico di  $f^{-1}(x)$ : grafici simmetrici rispetto alla bisettrice del I e del III quadrante.
  - \* Osservazione importante: Se  $f: I \rightarrow R$  e' strettamente monotona, allora  $f$  e' invertibile.
  - \* Funzioni trigonometriche inverse, funzioni iperboliche inverse.

Concetto di Limite per una funzione reale.

- \* Definizione di limite finito. Proprietà del limite.
- \* Calcolo dei limiti. Algebra dei limiti.
- \* Teorema del confronto (o dei due carabinieri).
- \* Limiti infiniti e limiti all'infinito. Proprietà.
- \* Corrispondenza tra Limite all'infinito e asintoti orizzontali della funzione e tra Limite infinito e asintoti verticali.

- \* Teorema di esistenza del limite per funzioni monotone.(con dim)
- \* Continuità di una funzione in un punto e in un intervallo reale.
- \* Limiti e Continuità. Limiti che Coinvolgono l'Infinito.
- \* Funzioni discontinue: Discontinuità di I e di II specie e discontinuità eliminabile.
- \* Funzioni continue su un intervallo limitato e chiuso del tipo  $[a, b]$ .
- Teorema dei Valori estremi (di Weierstass)
- Teorema dei Valori Intermedi e loro interpretazione grafica.
- Teorema degli zeri ( di Bolzano) : l'algoritmo di bisezione.
- \* Limiti notevoli
- \* Asintoti obliqui(destri e sinistri).

Esempi ed esercizi.

## Le Derivate

- \* La Derivata come Variazione.
  - \* La Geometria delle Derivate(interpretazione geometrica della derivata)
  - \* Definizione di Derivata.
  - \* Legame tra derivabilità e continuità.
- Se  $f$  derivabile nel punto  $x_0$  allora  $f$  è continua in tale punto(con dim).
- \* Punti angolosi, cuspidi, flessi a tangente verticale.
  - \* Derivate successive.
- Regole di derivazione.
- \* Algebra delle derivate.
  - \* La Derivazione delle Funzioni Composte. Regola della catena.
  - \* Derivata della funzione inversa.
  - \* Derivate di alcune funzioni elementari.

## Applicazione del calcolo differenziale:

- \* Massimi e minimi relativi.
  - \* Teorema di Fermat.(con dim)
  - \* Teorema di Rolle. (con dim) Interpretazione geometrica di tale Teorema.
  - \* Teorema di Lagrange ( del valor medio) e sua interpretazione geometrica.
  - \* Funzioni crescenti e decrescenti. Criterio di monotonia.(con dim)
  - \* Conseguenze del Teorema del valor medio
  - \* Applicazioni del teorema del valor medio.
  - \* Il Teorema di de l'Hospital.(idea di dim)
  - \* Derivata seconda.Concavità e convessità per una funzione.
  - \* Criterio di convessità (con dim)
  - \* Studio del grafico di una funzione
  - \* Problemi di ottimizzazione.
  - \* Calcolo differenziale e approssimazioni.
  - \* Differenziale e approssimazione lineare.Il simbolo di "o piccolo".
  - \* Limiti notevoli e sviluppi.
- Relazione tra "o-piccolo" ed "asintotico".
- \* Formula di Taylor-Mac Laurin con resto secondo Peano.
- Polinomio di Mac Laurin.
- Teorema(Formula di Mac Laurin all'ordine  $n$ , con resto secondo Peano) (con dim. per  $n=2$ )
- Formula di Taylor all'ordine  $n$ .
- Sviluppi di Mac Laurin(per  $x$  tendente a zero) di alcune funzioni elementari, con resto secondo Peano: sviluppi di  $e^x$ ,  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\log(1+x)$ ,  $(1+x)^\alpha$ , con  $\alpha$  reale
- \* Proprietà dei simboli di "o-piccolo".
  - \* Calcolo di limiti utilizzando la Formula di Taylor-MacLaurin .
  - \* Formula di Taylor-Mac Laurin con resto secondo Lagrange.Osservazioni sull'errore di approssimazione commesso.

- \* Derivate di ordine successivo.

Teorema(attraverso la formula di Taylor determiniamo punti di min o di max relativo per una funzione e la sua crescita/decrecenza.(con dim)

## Calcolo integrale per funzioni di una variabile.

- \* Introduzione al calcolo integrale.
- \* Metodo di esaurimento

- \* L'integrale come limite di somme.
  - \* L'Integrale come Area.
  - \* Proprieta' dell'integrale.
  - \* Il Teorema della media(con dim)
  - \* Funzioni primitive.
  - \* Il Teorema Fondamentale del Calcolo Integrale.(con dim)
  - \* Aree nel Piano.
  - \* Ricerca delle Primitive.
  - \* Integrazione per Sostituzione.
  - \* Integrale per Parti.
  - \* Funzioni integrali.
  - \* Secondo Teorema fondamentale del calcolo integrale (con dim) e sue conseguenze.
  - \* Ricerca delle primitive per alcune classi di funzioni: integrazione di funzioni razionali, di funzioni razionali di  $e^x$ , di funzioni trigonometriche, di funzioni irrazionali.
- Esempi ed esercizi.

#### Equazioni differenziali

- \* Modelli differenziali
  - \* Equazioni del primo ordine
  - Generalita'.
  - Problema di Cauchy.
  - Equazioni a variabili separabili.
  - Equazioni lineari del primo ordine.
- Esempi ed esercizi

---

Numeri complessi. Forma algebrica. Coniugato di un numero complesso. Forma trigonometrica: modulo e argomento di un numero complesso. Prodotto e quoziente di numeri complessi. Formula di De Moivre. Radici ennesime di un numero complesso. Enunciato del Teorema Fondamentale dell'algebra. Scomposizione di un polinomio nel campo complesso.

Successioni e serie numeriche: Successioni e sottosuccessioni. Successioni convergenti e divergenti. Limiti e teoremi sui limiti. Teoremi di confronto. Teorema della permanenza del segno. Forme indeterminate. Limiti notevoli. Limiti di successioni monotone. Successioni di Cauchy e teorema di Cauchy. Numero  $e$ . Serie numeriche: serie convergenti, divergenti, indeterminate. Condizione necessaria per la convergenza di una serie. Serie geometrica, serie armonica. Serie a termini positivi. Criteri di convergenza per le serie: confronto (c.d.), confronto asintotico, rapporto, radice, di Leibniz. Convergenza assoluta.

Integrali generalizzati: vari casi. Criterio del confronto e del confronto asintotico nei vari casi. Convergenza assoluta Successioni e serie di funzioni. Convergenza semplice e uniforme. Teorema del limite uniforme di funzioni continue (c.d.). Convergenza totale. Teoremi di derivazione e integrazione per serie. Serie di potenze in campo reale. Raggio di convergenza. Sviluppo in serie di potenze delle principali funzioni. Serie di potenze nel campo complesso. Funzioni esponenziale, seno, coseno, logaritmo nel campo complesso. Formule di Eulero. Rappresentazione esponenziale dei numeri complessi.

2) Funzioni  $\mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ ,  $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^2$ ,  $\mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ : Limiti. Continuità. Derivate direzionali e derivate parziali. Gradiente e matrice jacobiana. Funzioni differenziabili e loro proprietà. Funzioni  $C^1$  e funzioni differenziabili. Derivate successive. Teorema di Schwartz. Formula di Taylor per funzioni di due variabili (cenni). Curve di livello. Funzioni implicite e Teorema del Dini. Estremi relativi ed assoluti per funzioni scalari. Estremi vincolati e metodo dei moltiplicatori di Lagrange.

3) Funzioni da  $\mathbb{R}^n$  in  $\mathbb{R}^m$ : generalità, continuità, derivabilità, differenziabilità. Casi particolari: curve in  $\mathbb{R}^2$  e  $\mathbb{R}^3$ , campi vettoriali in  $\mathbb{R}^2$  e  $\mathbb{R}^3$ , superfici in  $\mathbb{R}^3$ . Divergenza e rotore di un campo vettoriale. Curve regolari e generalmente regolari. Lunghezza di una curva. Integrali curvilinei di campi scalari, baricentri e momenti di inerzia di curve.

4) Integrazione in  $\mathbb{R}^2$  e  $\mathbb{R}^3$ : Integrale di Riemann per funzioni di due o tre variabili. Teoremi di riduzione degli integrali doppi e tripli. Cambiamento di variabili. Coordinate polari e coordinate cilindriche. Baricentri e momenti di inerzia in  $\mathbb{R}^2$  e  $\mathbb{R}^3$ .

Campi vettoriali conservativi, potenziale. Condizioni necessarie e condizioni sufficienti. Integrali curvilinei di campi vettoriali (orientati). Determinazione del potenziale di un campo conservativo.

Superfici in  $\mathbb{R}^3$ . Superfici regolari e generalmente regolari. Bordo di una superficie. Superfici chiuse. Orientazione di una superficie. Area di una superficie. Integrali superficiali di campi scalari, baricentri e momenti di inerzia di una superficie. Integrali di flusso di campi vettoriali. Teorema della divergenza e Teorema di Stokes e relative applicazioni al calcolo degli integrali di flusso.

**Disciplina:** N094IDT ANALISI MATEMATICA III MAT/05

**Corso di Studio:** IDT IEL 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 Elettronica/S

**Disciplina:** N187IDT **ANTENNE E PROPAGAZIONE**

ING-INF/02

**Corso di Studio:** IDT IEL

**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:** N151DT **CALCOLATORI ELETTRONICI**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IDT

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

**Note:**

**Docente:** MARINAI SIMONE

RC ING-INF/05

**Copertura:** AFF03

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

---

Vedi il sito Internet <http://www.dsi.unifi.it/~simone/CalcEl/index.html> con informazioni sul corso.

**Disciplina:** N378IDT **CALCOLO NUMERICO**

MAT/08

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

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

**Note:** RECUPERO

**Docente:** MORINI BENEDETTA

P2 MAT/08

**Copertura:** AFF03

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

---

#### ANALISI DELL'ERRORE

- Algoritmi
- Rappresentazione in base di numeri interi e reali
- Numeri di macchina
- Operazioni di macchina

#### SISTEMI LINEARI

- Norme vettoriali e matriciali
- Condizionamento
- Metodi diretti per la soluzione di sistemi lineari:  
Il metodo di Gauss, stabilita' e strategie di pivot  
Calcolo del determinante e della matrice inversa
- Metodi iterativi per la soluzione di sistemi lineari:  
metodo di Jacobi e di Gauss Seidel  
splitting di una matrice e convergenza

#### EQUAZIONI NON LINEARI

- Bisezione e Newton:  
descrizione ed analisi dei metodi
- Analisi della convergenza (ordine di convergenza) per il metodo di Newton
- Criteri di arresto

#### INTERPOLAZIONE E APPROSSIMAZIONE

- La migliore approssimazione ai minimi quadrati
- Il problema dell'interpolazione lineare polinomiale
- Forma di Newton del polinomio interpolante
- Espressione dell'errore
- le funzioni splines interpolanti ed approssimanti (forse)

**Disciplina:** 00000033 CHIMICA

CHIM/07

**Corso di Studio:** IDT IEL

**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.

•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:** N133IDT    **COMPLEMENTI DI MATEMATICA B**    MAT/03

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

**Note:**

**Docente:** LANDUCCI MARIO    P1    MAT/03    **Copertura:** AFF03

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

---

Programma del corso di Complementi di Matematica  
per ing delle Telecomunicazioni  
aa 2004-2005  
prof. Mario Landucci

Definizione assiomatica di spazio vettoriale. Sottospazi vettoriali. Spazio delle combinazioni lineari. Lineare dipendenza e indipendenza. Basi e dimensione. Applicazioni lineari. Nucleo e immagine di un'applicazione lineare. Iniettività e suriettività. Teorema della dimensione. Matrice associata a un'applicazione lineare. Autovettori e autovalori. Polinomio caratteristico. Diagonalizzabilità di un endomorfismo e di una matrice. Molteplicità geometrica e algebrica di un autovettore. Basi di Jordan. Riduzione a forma di Jordan di una matrice.

Numeri complessi. Funzione esponenziale, logaritmo e radice. Limiti e continuità di una funzione complessa di variabile complessa. Differenziabilità. Condizioni di Cauchy Riemann. Cammini regolari. Curve di Jordan. Integrali curvilinei.

Integrale su un circuito chiuso di una funzione differenziabile. Esistenza dell'antiderivata. Teorema di Cauchy e sue conseguenze. Serie di funzioni. Serie di potenze. Sviluppo in serie di una funzione differenziabile. Principio del massimo modulo. Serie di Laurent. Calcolo di residui. Integrali reali calcolabili colla teoria dei residui.

**Disciplina:** N162IDT **COMUNICAZIONI ELETTRICHE I**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IDT IEL BMS

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

**Note:**

**Docente:** GHERARDELLI MONICA

P2 ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

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

---

### 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-hold. Campionamento di segnali passa-banda (del 1° e del 2° ordine). Esempi

**Note:**

1. Processi stocastici

- Definizione di processo stocastico
- Media, autocorrelazione, autocovarianza di un processo e loro proprietà
- Stazionarietà in senso stretto, stazionarietà in senso lato
- Risposta di un sistema lineare tempo invariante ad un processo stazionario in senso lato
- Densità spettrale di potenza media
- Autocorrelazione di una sequenza causale di impulsi, calcolo della potenza e della banda
- Processi gaussiani
- Processi bianchi

2. Segnali informativi

- Segnale telefonico, sua banda
- Segnale audio, sua banda
- Segnale video, sua banda
- Segnale PCM, sua banda

3. Canali trasmissivi

- Trasmissione radio, antenne paraboliche e filari, attenuazione di spazio libero
- Trasmissione in linea, in cavo e in fibra
- Cenni ad altri disturbi

4. Rumore

- Rumore termico
- Temperatura di rumore
- Temperatura equivalente di rumore di un sistema
- Rumorosità di sistemi in cascata
- Modelli di rumore: additivo, moltiplicativo, con trasferimento di un sistema lineare incognito

5. Modulazioni analogiche

- Scopi delle modulazioni
- Modulazione AM classica
- > Sovramodulazione
- > Banda
- > Efficienza
- > Modulatore con dispositivo non lineare
- > Demodulatore di involuppo a diodo
- > Prestazioni nei confronti del rumore
- Modulazione DSB
- > Banda
- > Modulatore bilanciato
- > Dispositivi miscelatori (mixer)
- > Demodulatore coerente
- > Prestazioni nei confronti del rumore
- Modulazione SSB
- > Banda
- > Modulatore con filtro in banda di trasmissione
- > Modulatore con trasformatore di Hilbert
- > Demodulatore coerente
- > Prestazioni nei confronti del rumore
- Modulazioni angolari (FM e PM)
- > Fase e frequenza istantanee
- > Deviazione di frequenza massima
- > Indice di modulazione e banda di trasmissione
- > Modulatore di Armstrong
- > Modulatore FM diretto (con VCO)



- > Demodulatore a derivata
- > Prestazioni nei confronti del rumore
- > Effetto soglia
  
- 6. Modulazioni numeriche
  - Trasmissione PCM (probabilità di errore e banda)
  - Ricevitore ottimo (filtro adattato)
  - Trasmissione PAM, ASK (probabilità di errore e banda)
  - Codifica di Gray
  
- 7. Cenni alla teoria dell'informazione
  - Misura dell'informazione
  - Sorgenti di informazione
  - Entropia
  - Cenni ai due Teoremi sulla codifica di sorgente e di canale
  
- 8. Multiplazione
  - Multiplazione a divisione di frequenza FDM
  - Multiplazione a divisione di tempo TDM
  
- 9. Progetto di sistemi di trasmissione
  - Sistemi analogici a più` tratte in cavo e radio
  - > Sistemi con semplice amplificazione e rigenerativi
  - Sistemi Numerici a più` tratte in cavo e radio
  - > Sistemi con semplice amplificazione e rigenerativi
  - Reti di telecomunicazioni e applicazioni

**Note:**

**Ente appartenenza:**

---

Introduzione alle comunicazioni numeriche

- modello di un sistema numerico
- richiami

Trasmissione di forme d'onda attraverso canali rumorosi

- trasmissione attraverso canali vettoriali
- criterio ottimo di decisione, regioni di decisione, statistica sufficiente
- trasmissione in canali con rumore additivo gaussiano bianco coerenti
  - criterio ottimo di decisione,
  - ricevitore ottimo
  - applicazione a schemi di modulazione digitale
  - Modulazioni binarie PSK e FSK
  - Modulazioni a M livelli: ortogonali, biortogonali, M-PSK, M-PAM, M-QAM;
  - Confronto tra i differenti schemi di modulazione: capacità di canale

Recupero del sincronismo della portante e della temporizzazione di simbolo:

- Tecniche per il recupero del sincronismo della portante:
  - Circuiti: Costas loop, Squaring Loop, decision feedback
- Tecniche per il recupero di sincronismo
  - Circuito early late gate

Trasmissione di forme d'onda attraverso canali con banda limitata

- Interferenza InterSimbolica
- Criterio di Nyquist
- Coseno rialzato
- Cenni a metodi di equalizzazione

Programma Dettagliato del Corso di Comunicazioni Mobili

1. Introduzione alle comunicazioni mobili:

Tecniche di accesso multiplo: FDMA, TDMA, CDMA.

I segnali spread spectrum: i segnali direct sequenze.

I metodi di duplexing

Concetti di copertura e capacità: la geometria cellulare e il cluster; il riuso delle frequenze.

La pianificazione di una rete cellulare.

Introduzione ai sistemi cellulari pubblici, cenni ai sistemi cellulari privati (TETRA).

Architettura di una rete cellulare (livello rete): le funzioni di sistema. Il Roaming

Il concetto di Handover e la mobilità; cenni al soft handover.

2. La caratterizzazione del canale radiomobile:

Il canale radiomobile: Shadowing Fading lento e veloce. Modelli per la path loss

Dimensionamento della cella: percentuale di copertura in ambiente radiomobile

Fading and interference Margin; codifica di canale e interleaving.

Selettività in frequenza e cenni alla diversità.

Calcolo approssimato del rapporto segnale interferenza.

Dimensionamento del Cluster.

Cenni alle normative in materia di impatto elettromagnetico

3. I sistemi cellulari di prima generazione (1G);

Elementi fondamentali delle rete 1G: riuso delle frequenze, mobilità, handover.

I sistemi AMPS e TACS: accesso radio e architettura generale

I protocolli 1G (?).

4. I sistemi cellulari di seconda generazione e loro evoluzione (2G e 2.5G) ;

Il sistema GSM: canali fisici, canali logici, formati, interfaccia radio.

Sistemi di modulazione a fase continua: CPM e MSK; il segnale GMSK

Il sistema GPRS: architettura, core network, accesso radio

Il sistema EDGE

Cenni al sistema IS-95 (?)

5. I sistemi cellulari di terza generazione (3G):

Introduzione: scenario, classi di servizi, architettura di rete

Panoramica sugli standard 3G (IMT-2000)

Il sistema UMTS:

Interfaccia radio: UTRA; UTRA TDD; UTRA FDD (WCDMA)

Le specifiche 3Gpp, sequenze di spreading a Fattore variabile (OVSF)

Il sistema HSDPA

Elementi di progettazione di reti cellulari di terza generazione.

Principi di progettazione e valutazione del collegamento

Fenomeno del Cell Breathing

Enhancement Methods: Antenna Tilting

- 1)-introduzione alla materia (interrelazioni tra economia, politica e cultura)
- 2)- cenni di storia del pensiero economico (con particolare riferimento tra il pensiero di Adam Smith e l'economia liberista moderna).
- 3)- definizioni commentate dei principali termini economici.
- 4)- matematica finanziaria.
- 5)- l'estimo generale (teoria scientifica e le cognizioni di base per ogni tipo di stima. Le peculiarità per le valutazioni ingegneristiche).
- 6)- Estimo "speciale" (stime a valenza prevalentemente ingegneristica).
- 7)- cenni generali sulle società per azioni.
- 8)- cenni generali sulla contabilità in partita doppia al fine di ottenere in chiusura il bilancio di esercizio.
- 9)- i "costi calcolati" nell'analisi del "costo preventivo di produzione".
- 10) - il bilancio di esercizio e la riclassificazione dei prospetti dello SP e del CE
- 11)- margini e indici per la valutazione del bilancio.
- 12)- strategie di impresa e pianificazione.
- 13)- il marketing.

In funzione dell'anno di insegnamento alcuni capitoli, se non trattati a lezione, potranno non essere oggetto di valutazione ai fini del superamento dello scritto

fanno parte del corso - tempo permettendo - 4 esercitazioni

- 1-chiusura della contabilità e redazione dei prospetti dello Stato Patrimoniale e del Conto Economico (SP e CE);
- 2-riclassificazione dello SP;
- 3-riclassificazione del CE;
- 4-Esempio di redazione sulla base degli elaborati precedenti di "margini" e di "indici" utili all'analisi critica dell'impresa

**Disciplina:** N229IDT **ECONOMIA DELLE TELECOMUNICAZIONI** ING-IND/35

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

**Note:**

**Docente:** RAPACCINI MARIO RC ING-IND/35 **Copertura:** AFF03

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

---

Parte zero (0,5 CFU). Introduzione. Breve excursus sull'evoluzione del mercato delle telecomunicazioni negli Stati Uniti e in Europa, nuovi servizi e nuovi assetti del mercato.

Parte uno (1 CFU): riferimenti e nozioni di base. Strutture di mercato della teoria classica, il monopolio naturale, la perfetta concorrenza e i duopoli, la teoria della domanda, la teoria della produzione, il concetto di elasticità, l'analisi marginalistica, la teoria economica delle reti (classificazione, esternalità di rete e massa critica, la concorrenza sui mercati a rete, scelte tecnologiche e strategiche per la compatibilità e l'interconnessione).

Parte due (0,5 CFU). L'offerta di servizi di telecomunicazioni: i modelli econometrici, ingegneristici e contabili. La domanda di servizi di telecomunicazione.

Parte tre (2 CFU). La regolamentazione e la concorrenza: caratteristiche economiche del settore e il servizio universale, gli obiettivi del regolatore, la regolamentazione classica di un monopolio naturale: soluzioni di first best e second best con tariffe di Ramsey, la price cap regulation di tipo ROR e di tipo tariff basket, considerazioni sulla determinazione dell'X-factor. La regolamentazione per incentivi. La concorrenza e i suoi benefici. La competizione tra reti: introduzione al problema dell'unbundling, obbligo e finanziamento del servizio universale.

Parte quattro (1 CFU). L'interconnessione e la competizione sull'ultimo miglio. Le strutture di mercato competitive nel settore delle telecomunicazioni. La determinazione dei prezzi di accesso secondo il modello ECPR.

**Disciplina:** N170IDT **ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE** ING-IND/35  
**AZIENDALE**

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

**Note:**

**Docente:** RAPACCINI MARIO RC ING-IND/35 **Copertura:** AFF03

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

---

vedi Economia e Organizzazione Aziendale IGE

**Disciplina:** N224IDT **ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IDT TES

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

**Note:** .

**Docente:** CAPPELLINI VITO

P1 ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

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

---

Il Programma verterà sui seguenti argomenti:

#### FONDAMENTI

1. MODELLO DELLA VISIONE UMANA
2. ACQUISIZIONE E RAPPRESENTAZIONE DELLE IMMAGINI
3. TRASFORMATE NUMERICHE (DFT, DCT, ...)
4. OPERATORI E FILTRAGGI
5. ESTRAZIONE ED INSEGUIMENTO DEI CONTORNI
6. SEGMENTAZIONE DELLE IMMAGINI
7. COMPRESSIONE (JPEG, MPEG)

#### APPLICAZIONI

8. TELEVISIONE DIGITALE TERRESTRE
9. RESTAURO VIRTUALE
10. REGISTRAZIONE DELLE IMMAGINI

Informazioni aggiornate sul corso sono disponibili alla pagina:

[http://lci.det.unifi.it/Courses/CorsiCappellini\\_Elaborazione\\_Immagini.html](http://lci.det.unifi.it/Courses/CorsiCappellini_Elaborazione_Immagini.html)

**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:** N226IDT    **ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI II**    ING-INF/03

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

**Note:** .

**Docente:** ARGENTI FABRIZIO    P2    ING-INF/03    **Copertura:** AFF03

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

---

Introduzione alla teoria dell'informazione e alla codifica di sorgente: misura dell'informazione, entropia di una sorgente senza memoria, entropia di una sorgente con memoria; codici non singolari, univocamente decodificabili, istantanei. Disuguaglianza di Kraft, codici di Huffman.

Introduzione alle tecniche di codifica dei segnali: PCM, PCM adattativo, PCM non uniforme, algoritmo di Max-Lloyd, DPCM, DPCM adattativo.

Codifica di segnali vocali: modello del tratto vocale umano, Linear Predictive Coding (LPC), codificatori puramente parametrici, stima e quantizzazione dei parametri LPC, algoritmo di Levinson-Durbin, Long Term Prediction (LTP), codificatori Adaptive Predictive Coding, Noise Feedback Coding, codificatori Analysis-by-Synthesis (MPE, RPE, CELP).

Codifica di segnali audio: la famiglia di codificatori MPEG audio, modelli psicoacustici.

Codifica di immagini: lo standard JPEG, la trasformata DCT, modalità sequenziale, progressiva, lossless e gerarchica di JPEG.

Codifica di sequenze video: codificatori ibridi, stima e compensazione del moto, lo standard H.261, lo standard MPEG video.

**Disciplina:** N160IDT **ELETTRONICA I**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IDT IEL

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

**Note:**

**Docente:** CIDRONALI ALESSANDRO RC ING-INF/01 **Copertura:** AFF03

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

---

vedi IEL

**Disciplina:** N166IDT **ELETTRONICA II**

ING-INF/01

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

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

**Note:**

**Docente:** MASOTTI LEONARDO

P1 ING-INF/01

**Copertura:** AFF03

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

---

## ELETTRONICA II

### Nuovo Ordinamento

Amplificatori con reazione: classificazione, concetto di reazione, analisi delle quattro configurazioni, criteri di stabilità. Condizioni di Barkhausen. Oscillatori sinusoidali. Oscillatori a sfasamento. Oscillatori a tre punti. Oscillatori a cristallo. Oscillatori a porte logiche. Amplificatore operazionale ideale e circuiti applicativi: configurazione invertente e non, inseguitore di tensione, sommatore, sottrattore, convertitore tensione-corrente, integratore, derivatore. 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 con slittamento dei poli. Applicazioni non lineari degli amplificatori operazionali: raddrizzatore di precisione a singola e doppia semionda. Comparatori, trigger di Schmitt, Comparatore a finestra e di precisione. Multivibratore astabile. Generatori di forme d'onda quadra e triangolare. Convertitore tensione-frequenza (VCO). Multivibratore monostabile. Multivibratori con 555. Rumore negli amplificatori. Introduzione dei concetti fondamentali dei sistemi ecografici ad ultrasuoni.

### Esercitazioni di laboratorio

&#61485;&#61472;Caratterizzazione della risposta in frequenza di quadripoli passivi

&#61485; Misura della risposta al gradino di quadripoli lineari

&#61485;&#61472;Raddrizzatore di precisione a singola e doppia semionda

&#61485;&#61472;Oscillatore a quarzo tipo Colpitts

**Disciplina:** N014IDT **FISICA II**

FIS/01

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

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

**Note:** .RECUPERO

**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 ( $\text{div}(\mathbf{E})=\rho_0/\epsilon_0$ ).

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  $\mathbf{E}, \mathbf{P}, \mathbf{D}$ , 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 solenoideale infinito e in uno toroidale. Approfondimenti:  $\text{div}(\mathbf{B})=0$ ,  $\text{rot}(\mathbf{B})=\mu_0 \mathbf{j}$ . Forze tra conduttori. Definizione dell'Ampere.

3.3 Cenni al magnetismo nella materia: interpretazione microscopica del paramagnetismo; magnetizzazione e vettori  $\mathbf{M}, \mathbf{B}, \mathbf{H}$ ; 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:** N352IDT **FISICA I**

FIS/01

**Corso di Studio:** IDT

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

**Note:**

**Docente:** BOGANI FRANCO

P2 FIS/01

**Copertura:** AFF03

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

---

Programma di Fisica I (Nuovissimo Ordinamento) a.a. 2006/2007.

#### Introduzione

La fisica come scienza sperimentale. Il metodo scientifico. Definizione operativa delle grandezze fisiche. Sistemi di unità di misura. Il Sistema Internazionale (SI). Il problema degli errori sperimentali. Calcolo dimensionale. Grandezze scalari e vettoriali. Operazioni con i vettori: somma, differenza, prodotto scalare, prodotto vettoriale, doppio prodotto vettoriale, prodotto misto. Versori. Sistemi di riferimento cartesiani ortogonali e versori degli assi. Componenti cartesiane di un vettore ed operazioni fra vettori in termini delle loro componenti.

#### Cinematica del punto

Carattere relativo del moto. Sistemi di riferimento. La lunghezza, il tempo e relative unità di misura. Legge oraria e traiettoria. Il vettore posizione. Il vettore velocità media ed istantanea. Il vettore accelerazione. Dall'accelerazione, alla velocità, alla legge oraria: il procedimento di integrazione. Moto rettilineo uniforme ed uniformemente accelerato. Traiettorie curvilinee. Ascissa curvilinea sulla traiettoria. Versore tangente e normale alla traiettoria. Moto circolare uniforme e non uniforme; vettore velocità angolare Accelerazione tangenziale e centripeta nel moto circolare. Componenti intrinseche dell'accelerazione nel moto su una traiettoria qualunque. Raggio di curvatura della traiettoria. Accelerazione di gravità. Il moto dei gravi in prossimità della superficie terrestre. Sistemi di riferimento in moto relativo traslatorio: relazione fra velocità ed accelerazioni misurate nei due sistemi di riferimento, velocità ed accelerazione di trascinamento.

#### Dinamica del punto materiale

Definizione di forza. Principio di inerzia. Sistemi di riferimento inerziali. Secondo principio della dinamica. Definizione della massa inerziale. Unità di misura della massa e della forza nel SI. Terzo principio della dinamica. Il problema fondamentale della dinamica: dalle forze al moto. Moto sotto l'azione di una forza costante. Moto di un punto materiale vincolato. Concetto di gradi di libertà. Vincoli lisci. Forze vincolari nel caso di vincoli lisci. Forza di attrito statico e dinamico. Forze elastiche. Legge di Hooke. Moto di un punto soggetto a forze elastiche. Equazione del moto armonico. Soluzione dell'equazione del moto armonico. Frequenza angolare, periodo, frequenza, ampiezza e fase. Il pendolo semplice. Le piccole oscillazioni di un pendolo semplice.

Cenni sull'uso di sistemi di riferimento non inerziali nello studio della dinamica di un punto materiale. Impulso e quantità di moto. Teorema dell'impulso. Lavoro di una forza: definizione ed unità di misura. Teorema delle forze vive, energia cinetica. Forze conservative e loro proprietà. Energia potenziale di un campo di forze conservative. Relazione fra energia potenziale e forza. Conservazione dell'energia meccanica. Energia potenziale della forza peso; energia potenziale della forza elastica, energia potenziale della forza gravitazionale. La potenza: definizione ed unità di misura nel SI.

#### Dinamica dei sistemi

Sistemi di punto materiali. Forze interne ed esterne. Definizione del centro di massa. Quantità di moto di un sistema. Prima equazione cardinale della dinamica dei sistemi. Teorema del centro di massa. Conservazione della quantità di moto.

Momento angolare (o momento della quantità di moto). Momento di una forza. Coppia di forze. Momento di una coppia. Centro di un sistema di forze parallele. Baricentro. Momento assiale. Seconda equazione cardinale della dinamica dei sistemi. Conservazione del momento angolare. Energia cinetica e potenziale di un sistema di punti materiali. Teorema dell'energia cinetica per un sistema di punti materiali. Conservazione dell'energia per i sistemi di punti materiali. Caratterizzazione dei fenomeni d'urto. Forze impulsive. Urti elastici ed anelastici.

#### Dinamica dei sistemi rigidi

Gradi di libertà di un corpo rigido. Rotazioni di un corpo rigido intorno ad un asse fisso. Momento di inerzia. Teorema di Huygens-Steiner. Posizione del centro di massa e momento di inerzia di alcuni corpi rigidi omogenei. Energia cinetica di un corpo rigido in rotazione attorno ad un asse fisso. Pendolo composto Cenni sui moti di puro rotolamento. Equazioni cardinali della statica del corpo rigido.

#### Meccanica dei fluidi

Fluidi ideali e reali. Densità. Forze di volume e di superficie. Pressione: definizione ed unità di misura. Fluidi in equilibrio: relazione fra forze di volume e variazioni di pressione. Legge di Stevino. Superficie libera di un fluido.

Barometro a mercurio e pressione atmosferica. Principio di Pascal.

#### Termodinamica

Sistemi termodinamici, ambiente, universo. Variabili di stato intensive ed estensive. Pareti adiabatiche e diatermiche. Equilibrio termico ed equilibrio termodinamico. Principio zero della termodinamica. Definizione della temperatura. Parametri termometrici e termometri. Scale termometriche empiriche. Termometro a gas perfetto. Scale di temperatura. Leggi empiriche dei gas rarefatti. Equazione di stato di un gas perfetto. Trasformazioni termodinamiche. Lavoro in una trasformazione quasi statica di un sistema idrostatico. Lavoro adiabatico. Primo principio della termodinamica. Energia interna. Calore. Esperienze di Joule. Capacità termica e calori specifici. Calori latenti. Meccanismi di scambio del calore: conduzione, convezione e irraggiamento. Espansione libera di un gas. Energia interna di un gas perfetto. Relazione di Mayer fra i calori specifici a volume e pressione costante di un gas perfetto.. Cenni sulla teoria cinetica dei gas: pressione esercitata sulle pareti del recipiente; relazione fra temperatura ed energia cinetica media delle molecole; energia interna di un gas perfetto.

**Disciplina:** N168IDT **FONDAMENTI DI ELETTROMAGNETISMO** ING-INF/02

**Corso di Studio:** IDT IEL 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.



PROGRAMMA di FONDAMENTI di INFORMATICA I (IDT) : 6 CREDITI !!!!

ATTENZIONE: per il programma del vecchio ordinamento selezionare PRIMA "Prof.Baroni" POI "a.a. 2001/2002" INFINE "Fond.Inf.1 per CL. Elettronica" (in comune a Telecomunicazioni).

PARTE I: Approccio informatico alla risoluzione di problemi.

Definizioni di informatica, informazione, elaborazione, analisi; algoritmo e sue proprietà. Istruzioni elementari (I/O, assegnazioni, decisioni, iterazioni); flow-chart e pseudo-codice. Analisi strutturata, progettazione top-down e bottom-up. Esempi di algoritmi: MCD, ricerca esaustiva e binaria, ordinamento per selezione. Programmi e linguaggi. Fasi di edit, compilazione, link, debug.

Sistemi operativi: interfacce utente, file system, multi-tasking. Cenni a DOS/Windows.

PARTE II: Linguaggio di Programmazione ANSI-C .

Ambienti Turbo-C, DevCpp e gcc. Sintassi e semantica. Dati (tipi predefiniti); istruzioni (direttive, dichiarative ed esecutive); blocchi di istruzioni. Istruzioni di I/O, assegnazioni, espressioni, priorità di operatori e conversioni di tipo. Schema di programma main. Errori in fase di compilazione e di esecuzione. Istruzioni di selezione e di iterazione con esempi: sommatorie, produttrice, stampa tabella codice ASCII. Grammatiche dei linguaggi di programmazione (EBNF). Fasi di traduzione; disassemblaggio.

Programmazione modulare: macro, funzioni, trasmissione parametri.

Librerie standard del C e header-file. Visibilità e durata dei nomi.

Algoritmi ricorsivi in C e confronto tra iterazione e ricorsione.

Vettori in C: dichiarazioni, I/O, esempi di elaborazione e passaggio a funzioni. Stringhe in C e librerie standard con esempi di applicazione. Matrici in C con esempi di applicazione.

Record in C con esempi; record con vettori e vettori di record. Puntatori in C e indirizzamento indiretto. Puntatori e vettori. Trasmissione parametri per indirizzo a funzioni. Puntatori a funzioni. Allocazione dinamica della memoria in C con esempi. Gestione file in C con cenni a file-system: file testo o binari, file sequenziali o ad accesso diretto.

Esempi di applicazione della libreria stdio per i file.

PARTE III: Strutture informative.

Definizioni e operazioni. Strutture dati astratte (stringa, vettore, matrice, record, tabella, liste). Allocazione di SD astratte in vettori di memoria. Allocazione di liste lineari in catene semplici.

Algoritmi di ricerca, inserimento e cancellazione in lista. Pila (stack): allocazione in vettore e in catena (operazioni push/pop). System stack e meccanismo di esecuzione di sottoprogrammi; mappa memoria DOS. Coda: allocazione in vettore e in catena semplice o ciclica.

PARTE IV: Algoritmi e complessità.

Valutazione dell'efficienza di algoritmi. Modello di costo approssimato. Complessità asintotica.

Algoritmi di ricerca esaustiva e complessità; analisi del caso medio; tabella auto-organizzante.

Algoritmo di ricerca binaria e complessità; ricerca proporzionale, a salti.

Alberi, alberi binari e algoritmi di visita, alberi binari ordinati, operazioni di inserimento, ricerca e cancellazione.

Ricerca per trasformazione di chiave (tabella hash).

Algoritmi di ordinamento per selezione, per inserzione, per scambio (bubble-sort e quick-sort).

Tabella indice per file binari.

**Disciplina:** N167IDT **FONDAMENTI DI INFORMATICA II**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IDT IEL 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:** N153IDT **GEOMETRIA E ALGEBRA LINEARE**

MAT/03

**Corso di Studio:** IDT

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

**Note:**

**Docente:** LANDUCCI MARIO

P1 MAT/03

**Copertura:** TITAN

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

---

Concetto di funzione, funzione iniettiva, suriettiva e biiettiva. Funzione inversa. Relazioni di equivalenza. Definizione di vettore applicato e di vettore libero. Somma tra vettori liberi e relative proprietà'. Prodotto per scalari e relative proprietà'. Caratterizzazione analitica del parallelismo e la coplanarità tra vettori. Proiezione ortogonale su una direzione e su un piano, Componente orientata. Prodotto scalare e relative proprietà'. Basi. Basi positivamente orientate. Prodotto vettoriale e relative proprietà'. Prodotto misto di tre vettori: proprietà' e interpretazione geometrica. Sistemi di riferimento e sistemi di coordinate ortonormali e non. Equazioni parametriche della retta. Posizione reciproca di due rette. Equazioni parametriche del piano. Equazione cartesiana del piano. Rette come intersezione di piani. Posizione reciproca tra piani e tra retta e piano. Problemi metrici: distanza tra punti, tra punto e piano, tra punto e retta e tra rette sghembe. Studio di sistemi lineari con tre incognite: interpretazione geometrica e riduzione a forma triangolare. Applicazioni lineari nello spazio dei vettori liberi e nello spazio a tre dimensioni con relative proprietà'. Costruzione di applicazioni lineari a partire dai corrispondenti di una base. Matrice associata ad un'applicazione lineare. Nucleo di un'applicazione lineare e suo collegamento con l'iniettività'. Autovalori ed autovettori: principali proprietà'. Trasformazioni diagonalizzabili. Matrici invertibili. Calcolo dell'inversa nel caso  $3 \times 3$ . Errore quadratico medio per sistemi lineari. Metodo di calcolo per le soluzioni approssimate, di sistemi non risolvibili, che minimizzano l'errore quadratico medio. Retta di interpolazione lineare. Sistemi di  $m$  equazioni in  $n$  incognite: esistenza delle soluzioni, calcolo delle soluzioni, unicità della soluzione.

**Disciplina:** N222IDT **GESTIONE DELLE RETI DI TELECOMUNICAZIONI**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IDT

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

**Note:** .

**Docente:** PECORELLA TOMMASO

RL ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

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

---

Introduzione alle reti geografiche, metropolitane, LAN,  
Protocolli di trasmissione dati, dispositivi di interconnessione/bridging.  
Principi di progettazione/dimensionamento di una rete a pacchetto/commutata.

Gerarchia del Management, PC, rete, servizi, programmi. Topologie di management  
Management delle reti: ciclo di vita di una rete, gestione dei guasti e manutenzione  
Principi di programmazione ad oggetti, middleware, cenni a CORBA

Problema della gestione: la misura  
Protocollo SNMP - paradigma manager-agent, Management Information Base - MIB

Gestione di rete, le 5 aree funzionali OSI  
Strumenti per la misura delle prestazioni di una rete  
Performance, security, accounting, configuration management

Gestione avanzata della rete: QoS requirements and provisioning  
Gestione della sicurezza, criptazione e VPN

**Disciplina:** N157IDT **LABORATORIO DI TELEMATICA**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IDT IEL

**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

---

Numeri complessi, forma algebrica, forma trigonometrica. Formula di De Moivre. Radici ennesime di un numero complesso.

Serie di numeri reali e di numeri complessi. Criteri di convergenza. Integrali impropri e relativi criteri di convergenza. Funzioni complesse di variabile complessa. Parte reale e parte immaginaria. Limiti. Continuità. Derivabilità: condizioni di Cauchy-Riemann.

Successioni di funzioni, serie di funzioni. Vari tipi di convergenza e teoremi relativi. Teorema di continuità della somma di una serie di funzioni, teorema di integrazione per serie e teorema di derivazione per serie. Serie di potenze nel campo reale e nel campo complesso e relative proprietà. Sviluppo in serie di funzioni. Sviluppi in serie delle principali funzioni: serie del seno, del coseno, serie esponenziale, serie geometrica, serie logaritmica, serie binomiale. Funzione esponenziale, funzioni trigonometriche, logaritmo nel campo complesso. Proprietà relative. Formule di Eulero.

Funzioni periodiche e polinomi trigonometrici. Funzioni continue a tratti e periodiche su  $\mathbb{R}$ . Coefficienti di Fourier di una funzione continua a tratti e relativi polinomi di Fourier. Serie di Fourier. Scarto quadratico medio e convergenza in norma  $L^2$  della serie di Fourier. Disuguaglianza di Bessel e identità di Parseval. Proprietà dei coefficienti di Fourier.

Sviluppi di Fourier di funzioni pari e di funzioni dispari. Funzioni regolari a tratti. Enunciato dei teoremi di convergenza puntuale e di convergenza uniforme per le serie di Fourier. Forma complessa della serie di Fourier.

Integrali di flusso. Applicazione dei teoremi di Stokes e della divergenza al calcolo degli integrali di flusso.

Equazioni differenziali ordinarie e sistemi di equazioni differenziali ordinarie del primo ordine in forma normale.

Problema di Cauchy. Teorema di esistenza e teorema di esistenza ed unicità di soluzioni locali e massimali del problema di Cauchy. Equazioni differenziali di ordine  $n$  in forma normale: equivalenza con un sistema di  $n$  equazioni differenziali del primo ordine. Problema di Cauchy e teoremi relativi per l'equazione di ordine  $n$ . Equazioni a variabili separabili. Equazioni lineari e persistenza delle relative soluzioni. Equazioni lineari del primo ordine. Equazioni lineari e affini di ordine  $n$  a coefficienti costanti: integrale generale. Metodi rapidi per la ricerca di un integrale particolare. Semplici esempi di equazioni non lineari di ordine superiore al primo.

---

aa. 2004-2005 - II Sottoperiodo

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

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

Esercitazioni di laboratorio con strumenti virtuali:

1. Analisi delle incertezze di misure: GUM workbench;
2. Misure di ampiezza, frequenza e fase con oscilloscopio digitale;

**Disciplina:** N172IDT **ORGANIZZAZIONE POLITICA EUROPEA** IUS/14

**Corso di Studio:** IDT IEL **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:** N245IDT **ORIENTAMENTO PROFESSIONALE**

**Corso di Studio:** IDT IEL

**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

- Struttura e caratteristiche delle reti di comunicazione : generalità.
- Rete telefonica. Struttura di una centrale telefonica automatica.  
Architettura delle reti di connessione. Condizione di assenza di blocco.
- Reti per trasmissione dati e per comunicazione fra calcolatori. Protocolli: modello ISO/OSI.
- Rete telegrafica e telex. Sistemi e servizi telematici.
- Caratteristiche del traffico.
- Commutazione di circuito, di messaggio, di pacchetto.
- Commutazione veloce di pacchetto (FPS) e circuito (FCS).
- Rete numerica integrata nei servizi (ISDN).
- Il trattamento della segnalazione, sistema di segnalazione N.7 (SS7)
- Reti di comunicazione in area locale (LAN), standard IEEE 802.
- Reti di comunicazione in area metropolitana (MAN).
- Reti di comunicazione in area geografica (WAN).
- Servizi a commutazione di pacchetto: Protocollo X.25, Frame Relay, SMDS, TCP/IP.
- Problematiche inerenti l'interconnessione di reti di telecomunicazioni.
- ISDN a larga banda e ATM: Generalità, Aspetti architetturali, Aspetti trasmissivi, Livello fisico, ATM e AAL.
- Il livello fisico nell'accesso alle reti pubbliche : PDH, SDH
- Il livello collegamento : HDLC e suoi derivati.
- Il livello rete.
- . Reti Wireless
- . Tecnica di accesso CSMA/CA
- . Reti in tecnologia IEEE 802.11
- . Tecnica ad accesso OFDMA
- . Reti in tecnologia IEEE 802.16.
- . Reti di sensori
- . Tecniche di instradamento in reti fisse e wireless
- . Tecniche per il controllo della congestione
- . Elementi di sicurezza delle comunicazioni.
- Introduzione alla teoria delle code

---

**1 - CARATTERIZZAZIONE DI SISTEMI LINEARI A DUE PORTE (1 CFU)**

Richiami sulla caratterizzazione dei sistemi 2-porte lineari e tempo-invarianti, in termini di parametri Z. Definizione di impedenza d'ingresso e di uscita nella connessione con un generatore d'ingresso e con un carico. Funzione di trasferimento del sistema. Connessione diretta di un generatore con un carico. Condizione di non distorsione e di massimo trasferimento di potenza. Connessione di un generatore con un carico tramite un sistema a due porte. Definizione di guadagno di potenza, guadagno di potenza disponibile, guadagno di potenza di trasduzione. Attenuazione disponibile di un sistema passivo. Espressioni della potenza media in uscita da un sistema 2 porte. Caratterizzazione del rumore interno (di apparato): richiami sulle caratteristiche statistiche del rumore termico; espressione dello spettro di potenza media alle radiofrequenze; espressione approssimata per frequenze fino alle microonde; generatore equivalente secondo Thevenin e Norton; casi di bipolo passivo con elementi resistivi a uguali e a differenti temperature: concetto di temperatura equivalente di rumore; estensione del concetto di temperatura equivalente al caso di rumore non termico; modellizzazione generale di un bipolo generatore rumoroso. Rumore introdotto dai sistemi a due porte: temperatura equivalente di rumore riportata in uscita o all'ingresso del sistema; caso di sistema passivo; caso di sistema attivo: cifra di rumore puntuale e sua connessione con la temperatura equivalente di rumore. Interpretazione della cifra di rumore in termini di rapporto segnale-rumore. Cifra di rumore standard. Cifra di rumore complessiva di più sistemi connessi in cascata (formula di Friis). Cifra di rumore media e temperatura di rumore media. Limiti nella interpretazione della cifra di rumore media in termini di rapporto segnale-rumore. Cifra di rumore media complessiva nel caso di connessione in cascata di più sistemi; limiti nella interpretazione della formula di Friis in termini di cifre di rumore medie.

**2 - RUMORE ESTERNO (1 CFU)**

Cenno sull'ITU. Rumore di origine meteorologica: caratteristiche generali e mappe dell'ITU-R. Rumore di origine antropica (man-made). Grandezze radiometriche: radianza e radianza spettrale. Potenza ricevuta da un'antenna in termini di radianza. Concetto di corpo nero e legge di Planck; approssimazioni di Rayleigh-Jeans e di Wien. Concetto di corpo grigio; temperatura di radianza del corpo nero equivalente; emissività. Estensione al caso di emissioni non termiche. Potenza ricevuta da un'antenna e definizione di temperatura radiometrica di antenna. Espressione in termini di contributi da lobo principale e da lobi laterali. Rumore galattico: emissione del Sole. Mappe radio del cielo: contributo della galassia; radiostelle. Rumore di assorbimento atmosferico. Temperatura apparente del cielo. Rumore del terreno, temperatura radiometrica del terreno. Stima della temperatura di antenna nella regione delle microonde.

**3 - RICEVITORE SUPERETERODINA (0,5 CFU)**

Caratteristiche del ricevitore supereterodina. Il problema della frequenza immagine; caso di conversione in discesa e in salita. Impiego del filtro preselettore per la reiezione della frequenza immagine. Tecniche di reiezione della frequenza immagine mediante doppia conversione e mixer ad autoreiezione. Radiodiffusione analogica del suono in AM e FM. Cenno sui sistemi di controllo automatico del guadagno (AGC).

**4 - SISTEMI TELEVISIVI ANALOGICI (1,5 CFU)**

Sistemi televisivi in B/N. Tecnica a scansione per linee per l'acquisizione e riproduzione dell'immagine televisiva; persistenza dell'immagine sulla retina ed effetto flicker; tecniche di riduzione dell'effetto flicker: scansione interlacciata. Segnali di deflessione orizzontale e verticale. Tempi di traccia e di ritraccia nello standard italiano. Condizione per la scansione interlacciata 2:1. Struttura del segnale video composito: segnale immagine e impulsi di cancellazione e di sincronismo orizzontale; impulsi di sincronismo di trama. Effetto apertura. Banda del segnale video e risoluzione. Caratteristiche del segnale TV a radiofrequenza: componente video e sincronismi e componente audio; modulazione negativa; Allocazione dei servizi TV nella diffusione terrestre. Schema funzionale di principio di un ricevitore TV B/N sistema intercarrier: sezione a radiofrequenza (tuner); sezione a media frequenza e caratteristiche del filtro IF; demodulazione di involuppo del segnale televisivo; sezione in banda base audio e video.

Principi di funzionamento e generalità dei sistemi analogici di televisione a colori per radiodiffusione terrestre. Compatibilità diretta e inversa. Cenni sui sistemi NTSC, PAL e SECAM. Cenni sul codificatore e decodificatore PAL.

**5 - ANALISI DEI COLLEGAMENTI LOS TERRESTRI E SATELLITARI (1 CFU)**

Richiami sulla formula di un collegamento radio. Definizione ed esempio di valutazione del fattore G/T di una stazione ricevente nella banda delle microonde. Espressione del rapporto segnale-rumore in un collegamento LOS. Caratteristiche generali dei collegamenti via satellite geostazionario. Espressione del rapporto segnale-rumore del collegamento non rigenerativo via satellite. Cenno sulle modalità di accesso e sulla tecnica di back-off del transponder. Confronto con il caso di collegamento in ponte radio terrestre. Cenno sulla radiodiffusione televisiva analogica da satellite (DTH); esempio di dimensionamento della stazione ricevente.

**Disciplina:** P446IDT    **SISTEMI E CIRCUITI IN ALTA FREQUENZA**    ING-INF/02

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

**Note:**

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

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

---

I principali argomenti trattati nel corso sono:

Concetto di dimensionalità di un circuito a microonde. Comportamento in alta frequenza di resistori, induttori e condensatori in chip.

Linee di trasmissione e discontinuità planari: microstrip, guide d'onda coplanari e linee a slot.

Parametri di scattering dei dispositivi multiporta.

Dispositivi e giunzioni planari a microonde: ibridi, divisori, accoppiatori direzionali e filtri.

Dispositivi non lineari per la rivelazione e mescolazione.

Cenni sulle metodologie di misura a microonde.

**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); prepaging, dimensione delle pagine; memory-mapped I/O.

**Disciplina:** P273IDT **SISTEMI WIRELESS IN AREA LOCALE**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IDT

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

**Note:** RINNOVO

**Docente:** RONGA LUCA SIMONE 25U

**Copertura:** CRETR

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

---

1. Concetti di base sulle trasmissioni digitali
  - a. Reti di comunicazione e loro classificazione geografica ed applicativa
  - b. Lo stack protocollare TCP/IP ed il modello di riferimento OSI
2. Reti Wireless
  - a. WPAN (1-10 m)
  - b. WLAN (10-100 m)
  - c. WLL WMAN (100 m – 10 Km)
  - d. Reti Satellitari (10 Km – 10000 Km)
3. Gli Standard per Reti Wireless
  - a. IEEE 802.11a/b/g (WLAN)
  - b. IEEE 802.15.1 (WPAN, BlueTooth)
  - c. IEEE 802.15.3 (UWB)
  - d. IEEE 802.16 (WiMAX)

Seminari:

- Tecniche OFDM per IEEE802.11a
- Ultrawideband Transmission
- Sicurezza nelle Telecomunicazioni Wireless



**Disciplina:** N050IDT    **STATISTICA E PROBABILITA' PER**    ING-INF/07  
**L'INGEGNERIA A**

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

**Note:**

**Docente:** IUCULANO GAETANO    P1    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.

**Disciplina:** P478IDT **TECNICA RADAR**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IDT ELS

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

**Note:**

**Docente:** GIULI DINO

P1 ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

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

---

Gli argomenti trattati sono:

- Nozioni di base sui sistemi radar, comprendenti: principi generali di funzionamento, tipologie di segnali e sistemi radar, informazioni e parametri estraibili dall'eco radar, precisione, risoluzione ed ambiguità della misura radar (radiale, angolare, Doppler).

- Equazioni radar per l'analisi della portata radar in presenza di varie tipologie di disturbi (rumore bianco, clutter jamming).

- Rilevazione ed elaborazione di segnali radar, comprendenti: tecniche di rilevazione di bersagli; filtraggio adattato ai segnali; calcolo delle probabilità di rivelazione e di falso allarme; filtri MTI coerenti e incoerenti.

**Disciplina:** N207IDT **TELEMATICA**

ING-INF/03

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

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

**Note:** .

**Docente:** PIRRI FRANCO

P2 ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

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

---

Introduzione al corso. Riepilogo nozioni di base dal corso di Laboratorio. Dettagli del modello di riferimento ISO-OSI. Datagramma IP: analisi dettagliata, indirizzamento, Routing IP, ARP, Datagramma UDP, Segmento TCP, handshake a tre vie, finestra di trasmissione, congestione, controllo di flusso, urgent pointer & QoS. I protocolli applicativi TELNET, SSH, HTTP, HTTPS, POP, SMTP.

Architetture di rete. NAT, PAT e Proxy. Sicurezza: DMZ, packet filter, firewall. Un esempio di firewall utilizzando Iptables. Uso di PHP e MySQL per la soluzione di un problema di controllo degli accessi wireless.

Protocollo ICMP. Indirizzamento multicast e IGMP. Applicazioni Multimediali.

Architettura "WEB application".

**Disciplina:** N159IDT **TEORIA DEI CIRCUITI**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** IDT IEL

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

**Note:** RECUPERO

**Docente:** PICCIRILLI MARIA CRISTINA P2 ING-IND/31 **Copertura:** TITAN

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

---

Programma del corso di Teoria dei Circuiti C. L. Telecomunicazioni

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.

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.

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

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.

---

**Note:**

1. Fondamenti di crittografia

- \* Terminologia di base
- \* Algoritmi simmetrici vs. asimmetrici
- \* Sicurezza e crittanalisi

2. Crittografia simmetrica

- \* Cifratori a blocchi classici
- \* Cifratori a blocchi moderni
- \* DES
- \* Modi di operazione
- \* Cifratori di flussi
- \* Distribuzione delle chiavi

3. Basi di algebra astratta e teoria dei numeri

- \* Gruppi, Anelli, Campi, Campi finiti
- \* Aritmetica modulare
- \* Massimo divisore comune e Algoritmo di Euclide
- \* Fattorizzazione in numeri primi
- \* Teorema Cinese del resto
- \* Logaritmi discreti

4. Crittografia asimmetrica

- \* Proprietà degli algoritmi a chiave pubblica
- \* Algoritmo RSA
- \* La gestione delle chiavi
- \* Algoritmo di Diffie-Hellman

5. Autenticazione, Firme digitali e generatori di numeri casuali

- \* Autenticazione
- \* MAC
- \* Funzioni Hash
- \* Firme digitali
- \* Generatori di numeri pseudocasuali

6. Algoritmi per la cifratura di immagini e video digitali

- \* Cifratura classica
- \* Cifratura completa
- \* Cifratura selettiva
- \* Esempi di algoritmi per la cifratura di immagini

7. Fondamenti di data hiding

- \* Motivazioni delle tecniche di data hiding
- \* Sviluppo delle tecnologie di data hiding dalla steganografia antica ad oggi
- \* Le possibili applicazioni del data hiding

8. Modelli e requisiti del data hiding

- \* Rappresentazione delle tecniche di data hiding tramite modello geometrico
- \* Rappresentazione delle tecniche di data hiding tramite un sistema di comunicazione
- \* Classificazione delle tecniche di data hiding
- \* Principali requisiti delle tecniche di data hiding

9. e 10. Algoritmi di data hiding

- \* Domini di inserimento del marchio digitale
- \* Tecniche di data hiding nel dominio spaziale
- \* Tecniche di data hiding ibride
- \* Tecniche di data hiding nel dominio trasformato
- \* Tecniche “informed embedding”

