

# **Ing. Telecomunicazioni/S**

**Disciplina:** N094TES ANALISI MATEMATICA III

MAT/05

**Corso di Studio:** TES ELS MAS

**Crediti:** 5 **Tipo:** C

**Note:**

**Docente:** MARINI MAURO

P1 MAT/05

**Copertura:** AFF03

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

---

vedi sito ANALISI MATEMATICA III - ELS

---

PROGRAMMA del corso di ANALISI MATEMATICA III - A.A. 2007/08

(Laurea "breve" in Ing. Elettronica e Telecomunicazioni. Laurea Spec. Ele+TLC+Ing. Mat.)

#### 1) COMPLEMENTI SULLA TRASFORMATATA DI FOURIER.

Richiami sul concetto di norma. Relazioni tra spazi metrici e normati. Esempi: gli spazi  $L_1$  e  $L_2$ . La trasformata di Fourier in  $L_1$ . Proprietà: smorzamento, traslazione, omotetia, moltiplicazione, derivazione. Convergenza a zero della trasformata e applicazioni alla trasmissione di segnali. Il teorema di Plancherel. La trasformata di Fourier in  $L_2$  e conseguenze. La proprietà di simmetria e applicazioni.

#### 2) FUNZIONI DI TRASFERIMENTO E ANTITRASFORMATE

Il ruolo della trasformata di Laplace nell'analisi e sintesi di reti elettriche. La trasformata di Laplace per funzioni di classe "Lamda". Relazione con la trasformata di Fourier. Il prodotto di convoluzione. Funzioni di trasferimento e funzioni razionali. Il lemma di Jordan. Le formule di inversione di Riemann-Fourier e di Bromwich-Mellin. Calcolo dell'antitrasformata di Fourier e di Laplace nel caso razionale.

#### 3) APPLICAZIONI ALLE EQUAZIONI DIFFERENZIALI

Richiami sulle proprietà delle soluzioni di equazioni differenziali lineari. Esempi di studio qualitativo: l'equazione monodimensionale di Schroedinger nell'elettronica quantistica. Il problema delle dinamiche oscillatorie. I teoremi di Sturm e di Leighton. L'equazione differenziale di Bessel. Le funzioni di Bessel di prima e di seconda specie. La funzione Gamma Euleriana e sue proprietà. Cenno sulle funzioni di Hankel. Formule di ricorrenza.

#### 4) DISTRIBUZIONI

Introduzione euristica alla "funzione" delta. Le distribuzioni come funzionali lineari e continui. Proprietà della distribuzione delta; Prodotto di distribuzioni. Derivata nel senso delle distribuzioni. Funzioni a decrescenza rapida. Distribuzioni temperate. La trasformata di Fourier nel senso delle distribuzioni. Trasformate di Fourier di distribuzioni elementari. Cenno sulla distribuzione v.p.  $(1/t)$ . Trasformate di Laplace di distribuzioni. Il caso razionale.

**Disciplina:** N841TES **ANTENNE IN AMBIENTE OPERATIVO**

ING-INF/02

**Corso di Studio:** TES ELS

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

**Note:** ELS=Antenne II

**Docente:** PELOSI GIUSEPPE

P1 ING-INF/02

**Copertura:** AFF03

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

---

- \* Metodi a bassa frequenza (Metodo dei Momenti)
- \* Metodi ad alta frequenza (Optica Geometrica, teoria uniforme della diffrazione, Ottica Fisica, teoria fisica della diffrazione)
- \* Metodi di installazione di antenna, interazione fra antenne vicine
- \* Sezione equivalente radar di bersagli
- \* Antenne a riflettore per radioastronomia e telecomunicazioni
- \* Tecniche di ottimizzazione numerica per antenne (array, antenne a horn)
- \* Antenne per applicazioni di radioastronomia
- \* Antenne per radiocomunicazioni: criteri di scelta e normativa

**Disciplina:** N757TES **ANTENNE PER SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE**

ING-INF/02

**Corso di Studio:** TES ELS

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

**Note:** ELS=Antenne I

**Docente:** PELOSI GIUSEPPE

P1 ING-INF/02

**Copertura:** AFF03

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

---

- \* Elementi di teoria della radiazione e parametri fondamentali delle antenne
- \* Formulazione integrale di problemi elettromagnetici
- \* Soluzione numerica di problemi elettromagnetici formulati in termini di una Integral Equation
- \* Antenne Filari, antenne a onda progressiva
- \* Antenne ad Apertura (antenne a slot, guide d'onda aperte, antenne a horn)
- \* Antenne a riflettore (riflettore singolo, doppio e multiplo)
- \* Antenne a Larga Banda (antenne autoscalate, autocomplementari, a regione attiva e non)
- \* Antenne ad Array lineari e planari (analisi e sintesi con metodi diretti)

**Disciplina:** 000717      **COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA II**      ING-INF/02

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

**Note:** .

**Docente:** SELLERI STEFANO      RC      ING-INF/02      **Copertura:** AFF03

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

---

#### 1. Introduzione e richiami

- Definizioni (disturbi condotti/radiati, emissione/suscettibilità, modo comune/differenziale, ecc.)
- Unità di misura
- Equazioni delle linee di trasmissione
- Grandezze caratteristiche delle antenne in trasmissione e ricezione
- Ambiente elettromagnetico, scarica elettrostatica, fulmine, impulso elettromagnetico nucleare.

#### 2. Strumentazione

- Sensori di campo elettrico e magnetico per alta e bassa frequenza
- Antenne a larga banda
- Rivelatori
- Analizzatore di spettro
- Ricevitore EMI

#### 3. Ambienti di prova

- Open site
- Camera anecoica
- Camera riverberante
- Celle TEM e GTEM

#### 4. Normativa

- Direttiva europea sulla compatibilità elettromagnetica
- Normativa civile e militare
- Normativa nazionale sull'esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (Legge quadro, DPCM 8/07/2003, norme CEI di riferimento).

#### 5. Effetti biologici del campo elettromagnetico

**Disciplina:** S413IDT    **COMPLEMENTI DI MATEMATICA**

MAT/05

**Corso di Studio:** TES

**Crediti:** 5    **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** LANDUCCI MARIO

P1    MAT/03

**Copertura:** AFF03

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

---

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:** N758TES **COMPLEMENTI DI STATISTICA**

SECS-S/02

**Corso di Studio:** TES

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

**Note:** .

**Docente:** PECORELLA TOMMASO

RL ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

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

---

**Corso di Studio:** TES

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

**Note:**

**Docente:** PIERUCCI LAURA

RC ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

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

---

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

6. Accesso multiplo a divisione di spazio(SDMA) nelle comunicazioni mobili

Beamforming adattativo :miglioramenti della BER con fading, riduzione delle interferenze cocanale e di utenti multipli, prestazioni in sistemi CDMA

Sistemi ad antenne multiple (MIMO).

Il canale MIMO: capacità tramite singular value decomposition, rango e condition number della matrice di canale.

Modelli di MIMO fading channels:Capacità oltre il limite di Shannon . esempio gradi di libertà nel modello di Clarke.i.i.d. Rayleigh fading model.

Tecniche a diversità spazio-tempo: algoritmi di Alamouti e Alamouti ibridi anche in configurazioni 2x2 MIMO

Rayleigh channel

Tecniche di multiplexing spaziale: algoritmo VBLAST. Architetture di ricevitori. Connessioni con rivelazione multiutente CDMA e equalizzazione.

Implementazione in 3GPP e WiMAX.

Impiego dei sistemi di antenne multiple per i servizi basati sulla navigazione e sulla localizzazione ( Location Based Services). Concetti di : accuratezza, continuità, integrità, disponibilità del servizio di navigazione in relazione ai sistemi GPS, Galileo e sistemi augmentation e i sistemi basati su telefonia cellulare ( EOTD, AGPS)

#### 7. I Sistemi cellulari di 4 generazione (Cenni)

Caratteristiche principali : modulazione OFDM, sistemi MIMO e multi-user MIMO, Turbo codifica, Software defined Radio, Concetti di relaying operativo

Sistemi pre-4G : WiMAX, WiBro, 3GPP long term evolution, 3GPP" Ultra mobile Broadband

**Disciplina:** 000082

**COMUNICAZIONI OTTICHE**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** TES

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

**Note:**

**Docente:** PASQUINI VINCENZO

CRE

**Copertura:** CRETR

**Ente appartenenza:**

---

Il corso è suddiviso in due parti. La prima parte tratta argomenti relativi alle tecnologie di comunicazioni ottiche, fornendo le basi teoriche ed applicative dei sistemi di trasmissione e rilevazione ottica e delle fibre ottiche. La seconda parte affronta l'evoluzione delle reti di telecomunicazioni ottiche: SONET/SDH, wavelength routing, reti completamente ottiche e ibride, DWDM ring, IEEE 802.17 e loro applicazione alle reti ottiche metropolitane. Saranno anche effettuate visite presso laboratori di ricerca e aziende del settore.

**Disciplina:** 0065224 **ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** TES IIN

**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)

**Disciplina:** N756TES **ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI III** ING-INF/03

**Corso di Studio:** TES ELS INS **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** DEL RE ENRICO P1 ING-INF/03 **Copertura:** AFF03

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

---

Effetti dell'aritmetica a precisione finita

FFT: realizzazione con aritmetica a precisione finita: quantizzazione dei coefficienti e delle operazioni intermedie.

Rapporto segnale-errore in uscita.

FIR: strutture realizzative; realizzazione con aritmetica a precisione finita: quantizzazione dei coefficienti e delle operazioni intermedie. Fattore di scala. Rapporto segnale-errore in uscita.

IIR: strutture realizzative; realizzazione con aritmetica a precisione finita: quantizzazione dei coefficienti e delle operazioni intermedie. Fattore di scala. Ordinamento e accoppiamento di poli e zeri. Rapporto segnale-errore in uscita.

Cicli limite.

Elaborazione dei segnali a campionamento variabile

Interpolazione e decimazione di segnali numerici: fattore intero e fattore razionale.

Conversione di frequenza mediante tecniche di interpolazione e decimazione.

Progetto di filtri per interpolazione e decimazione. Strutture per decimatori e interpolatori. Strutture polifase.

Realizzazione a stadi multipli di interpolatori e decimatori.

Traslazione frazionaria del passo di campionamento.

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).

Realizzazione mediante aritmetica distribuita.

Applicazioni

**Disciplina:** 44455565 **GESTIONE DELLE RETI DI TELECOMUNICAZIONI**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** TES IIN

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

**Note:**

**Docente:** PECORELLA TOMMASO

RL ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

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

---

Programma dettagliato:

- 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
- 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, crittazione e VPN

**Disciplina:** N203TES **INGEGNERIA DEL SOFTWARE**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** TES IIN ELS IDT

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

**Note:** .

**Docente:** BUCCI GIACOMO

P1 ING-INF/05

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N848TES **METODI NUMERICI PER L'**  
**ELETTROMAGNETISMO**

ING-INF/02

**Corso di Studio:** TES

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

**Note:**

**Docente:** FRENI ANGELO

P2 ING-INF/02

**Copertura:** AFF03

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

---

Introduction to computational electromagnetics.

Review of vector analysis and electromagnetic theory.

Finite difference method. Finite difference time domain method. Absorbing boundary conditions, perfectly matched layers. Applications of FDTD to electromagnetic problems.

Finite element method. High-order elements, parametric elements, vector elements. Application of FEM to electromagnetic problems.

Integral representations and integral equations. Method of moments (MoM). MoM solution of electromagnetic problems. Advanced MoM methods. Hybridization.

Mode Matching Method. Advanced Modal Analysis.

Project presentations.

**Corso di Studio:** TES **Crediti:** 5 **Tipo:** A**Note:** .**Docente:** FOSSI MARIO P2 ING-INF/03 **Copertura:** AFF03**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

Contenuti del corso: La prima parte, di carattere generale, illustra alcuni elementi di modellizzazione dei canali radiomobili, utili per valutare le prestazioni di alcune modulazioni numeriche classiche in tali canali. Sono quindi trattate alcune tecniche per contrastare il comportamento negativo di tali canali sulle prestazioni del collegamento. La seconda parte del corso illustra i principali standard europei di radio e televisione digitale.

#### PROGRAMMA

##### I PARTE

Caratterizzazione del fading da cammini multipli un canale di trasmissione tempo-variante: funzioni di Bello; canale GWSSUS: funzione di correlazione tempo-frequenza; funzione di correlazione nel tempo; spettro Doppler; funzione di correlazione in frequenza; profilo dei ritardi di potenza; funzione di scattering. Canale piatto in frequenza (non selettivo); canale piatto nel tempo (lentamente variabile); canale piatto in frequenza e nel tempo. (1,5 CFU)

Effetti del fading da cammini multipli sulle modulazioni numeriche e contromisure: prestazioni delle modulazioni binarie PSK e FSK in presenza di fading piatto in frequenza e nel tempo; tecniche a diversità; valutazione delle prestazioni delle tecniche a diversità per modulazioni binarie; ricevitore a rapporto massimo (maximal ratio combiner). Ricevitore "rake". (1 CFU)

Elementi di modulazione OFDM; implementazione della modulazione e demodulazione OFDM mediante DFT; implementazione della modulazione OFDM per trasmissioni in canali radiomobili: utilizzo dell'intervallo di guardia e COFDM; codifica differenziale. Analisi degli effetti degli errori di frequenza e di fase. Cenni sulla sincronizzazione.(1 CFU)

##### II PARTE

Sistemi di radiodiffusione digitale audio: architettura generale del sistema europeo di radiodiffusione digitale del suono DAB (Digital Audio Broadcasting). Modi di trasmissione. Struttura della trama. Organizzazione del canale principale (MSC), del canale veloce (FIC) e del canale di sincronismo. Mappatura QPSK e codifica differenziale. (0,5 CFU)

Sistemi di radiodiffusione digitale video: architettura generale dei sistemi europei di radiodiffusione televisiva digitale satellitare (DVB-S) e terrestre (DVB-T). Parti comuni degli standard. Caratteristiche peculiari dell'adattatore satellitare. Mappatura QPSK. Caratteristiche peculiari dell'adattatore terrestre: Modi di trasmissione "2k" e "8k". Struttura della trama. Toni pilota e di segnalazione. Mappature QPSK, 16-QAM e 64-QAM. Cenni sulla trasmissione gerarchica. Cenni sul DVB-H. Cenni sulla sincronizzazione del ricevitore DVB-T. (1 CFU)

Parte I : Teoria delle code.

Sistemi a coda. Formula di Little.  
Catene di Markov. Processi di nascita morte: analisi del transitorio e a regime. Processi di sola nascita.  
Processi di Poisson.  
Sistemi M/M/1 e M/M/1/K.  
Sistemi M/M/S e M/M/S/K. Formule di Erlang B e Erlang C.  
Sistemi M/G/1.  
Sistemi con interruzione del servizio.

Parte II : Analisi delle reti di comunicazione.

Reti telefoniche analogiche e numeriche.  
Reti per trasmissione dati a commutazione di circuito e di pacchetto.  
Reti con protocollo di riscontro (ACK) e con protocollo ARQ.  
Reti con tempi di servizio differenziati.  
Reti per trasmissione con multiplazione a divisione di tempo asincrona e sincrona.  
Reti per trasmissione con multiplazione a divisione di frequenza.  
Principali protocolli di linea.

Parte III : Analisi delle reti di comunicazione in area locale.

Topologia. Protocollo di accesso.  
Reti locali con protocollo ad accesso ordinato: roll call polling, hub polling, token passing, multiplexer statistico.  
Sistemi con protocollo ad accesso casuale: ALOHA asincrono e sincrono, sistemi CSMA e CSMA/CD.  
Cenni alle reti locali con priorità e con ricerca ad albero.  
Confronto delle prestazioni.

Parte IV : Reti di code.

Processi di nascita morte a più dimensioni.  
Reti in cascata: modello di Burke.  
Reti di code: modello di Jackson.  
Analisi di reti di comunicazione a memorizzazione ed inoltramento.  
Assegnazione delle capacità dei collegamenti.

Parte V : Analisi dei protocolli per il controllo della congestione

Congestionabilità di una rete. Modello di analisi.  
Tecniche di controllo del flusso: a finestra, locali e globali, esempi.  
Tecniche ed algoritmi di instradamento: stocastico e a percorso minimo, esempi.

Parte VI: Topologia delle reti di Telecomunicazioni.

Struttura gerarchica. Rete di utente e rete di giunzione.  
Topologia della rete d'utente: connessione degli utenti terminali; localizzazione dei concentratori e ripartizione degli utenti.  
Topologia della rete di giunzione: algoritmi per la definizione del tracciato.  
Criteri di progetto integrato: topologia, capacità dei collegamenti e controllo della congestione (cenni).

Parte VII : Tecniche a commutazione veloce di pacchetto.

Generalità. Principali approcci.

Aspetti architetturali.

Strutture non bloccanti. Strutture a memoria condivisa.

Analisi delle prestazioni.

**Disciplina:** A000122 **SICUREZZA DEI CONTENUTI MULTIMEDIALI** ING-INF/03

**Corso di Studio:** TES IIN INS **Crediti:** 5 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** PIVA ALESSANDRO RC ING-INF/03 **Copertura:** AFF03

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

---

Programma del corso:

Fondamenti di crittografia

- \* Terminologia di base
- \* Algoritmi simmetrici vs. asimmetrici
- \* Tipi di attacchi e definizioni di Sicurezza

Crittografia simmetrica

- \* Cifrari a blocchi a sostituzione
- \* Cifrari a blocchi a trasposizione
- \* Cifrari a blocchi a prodotto - rotori
- \* Cifrari a blocchi moderni: struttura di Feistel
- \* DES
- \* Modi di operazione
- \* Cifrari a flusso
- \* Distribuzione delle chiavi simmetriche

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

Crittografia asimmetrica

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

Autenticazione, Firme digitali e generatori di numeri casuali

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

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

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

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”

Tecniche di Image forensic

per studenti con corso a 6 CFU:

Secure Watermark Embedding  
Data Hiding per Autenticazione

**Disciplina:** 000714      **SISTEMI DI TELERILEVAMENTO**      ING-INF/03

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

**Note:** .

**Docente:** PELLEGRINI PIER FRANCO      CRE      ING-INF/03      **Copertura:** CRETR

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

---

**Note:**

---

pagina del corso:

<http://www.dsi.unifi.it/~nesi/didactical.html>

- Introduzione: Cosa sono i sistemi distribuiti, Tecnologie dei sistemi distribuiti, Internet e sua Evoluzione, Intranet, Penetrazione di internet, Crescita, Sistemi Mobili, Condivisione delle risorse, Web Server and Web Services, Caratteristiche: Eterogenei, aperti, sicuri, trasparenti, architetture, n-tier.
- Modelli Middleware, Call: Evoluzione delle architetture Client Server, Comunicazione fra processi; evoluzione dei sistemi distribuiti; Comunicazione Sincrona, Comunicazione Asincrona; Proxy, peer process, WEB applets, Thin clients; Modelli di Interazione sincroni ed asincroni; Ordinamento e Sincronizzazione di eventi; Tipi di reti; Middleware: Comunicazione fra processi; Perché il Middleware; RPC e RMI; Call Remote: Invocazioni Remote; Descrizione delle Interfacce, IDL; Remote Procedure Call; Ruolo dello Stub nelle RPC; SUN XDR RPC; CORBA IDL; Modello ad oggetti di sistemi distribuiti; Oggetti remoti ed interfacce; Comunicazione fra oggetti, RMI, semantica delle RMI; ORPC; Storia dei modelli distribuiti ad oggetti ;
- CORBA: Architettura CORBA; componenti di CORBA; ORB, Services, Facilities, Application Objects; Struttura degli ORB; Data Flow in CORBA; ORB Invocation and Clients; Server side; Oggetti in CORBA; Caratteristiche di CORBA; IDL e IIOP; IDL e sua definizione ed uso; Modello di Comunicazione CORBA; Client e Server in CORBA; Object Adapter; Portable Object Adapter; CORBA per applicazioni WEB, invocazione via HTML;
- Sistemi P2P: aspetti generali, applicazioni P2P, evoluzione storica, sfide tecnologiche, requisiti, problematiche, architetture (distribuite, concentrate e ibride), tassonomia dei sistemi P2P, propagazione/seeding, algoritmi di routing overlay, DHT, GUID, algoritmi di posting, replication, download multisorgente, cancellazione, notifica di cambiamenti sulla rete P2P; propagazione ed integrazione di query, verifiche e monitoraggio del traffico, discovery, modello e protocollo bitTorrent, valutazione dei sistemi P2P, P2P per la protezione della privacy, esempi: soluzione JXTA, Modello DIMOB;
- Clock e ordinamenti in sistemi distribuiti P2P: algoritmi per la sincronizzazione di processi, sincronizzazione di orologi/clock, precisione, drift, ritardi, etc.;
- Sistemi GRID: aspetti generali, calcolo parallelo e distribuito, tipi di GRID, motivazioni del GRID, problemi dei GRID, allocazione delle risorse, protezione dei dati, autenticazione dei nodi, parallelizzazione degli algoritmi, GRID data, GRID process, GRID Services, Confronto fra sistemi GRID, Globus, Condor, Unicore, Legion, uso di Condor, esempi, AXMEDIS Content Processing GRID, Scripting GRID process;
- Sistemi Cooperativi, CSCW, Computer Supported Cooperative Work: Cosa sono i CSCW; Applicazioni CSCW; Applicazioni ed Aspetti; Storie di Successo; Tipologie e classificazione, tassonomie, confronti fra sistemi; tecnologie e problemi; RCS e CVS; BSCW; Workflow, Analisi e valutazione dei CSCW; requisiti del CSCW ideale, Tipi di CSCW e classificazione; modelli sincroni ed asincroni, Tecnologie e problemi; Granularità; Paradigmi per l'interazione, architetture; Proprietà per l'interazione, sincronizzazioni, consistenza, convergenza, causalità, conservazione delle intenzioni; aspetti di progettazione; Undo selettivo e non lineare; esempi vari, da MOODS e da IMAESTRO
- Sistemi Mobili, PDA: sistemi mobili, comunicazione con sistemi mobili; Sistemi operativi per sistemi mobili; le applicazioni per sistemi mobili, confronto fra sistemi mobili; profilo di sistemi mobili, mobili come client di chioschi, problemi di adattamento, emulazione e sviluppo software per sistemi mobili, Aspetti di Progettazione; mobilità fisica e logica; paradigmi per la mobilità; Contesto; Mobili e CORBA con PDA; Lavoro Cooperativo su sistemi Mobili, P2P e sistemi mobili, modelli dei contenuti per sistemi mobili, problematiche di rendering e compatibilità;
- Reti Sociali, overview on social network: una breve vista sui problemi delle social network, modelli collaborativi, modellazione delle relazioni, metriche, distanze fra profili, confronto di reti sociali attuali come: youtube, flickr, etc.;

---

SISTEMI RADAR

PROGRAMMA DEL CORSO A.A. 2005/2006 (provvisorio)

La rivelazione dei bersagli

La funzione primaria del radar: concetti introduttivi e terminologia;

Teoria matematica della rivelazione statistica e criterio di Bayes

Esempio di applicazione del criterio di Bayes

Criterio di decisione a probabilità di errore minima e criterio di Neyman-Pearson

Tempo di decorrelazione di eco

Rivelazione di bersaglio completamente noto

Ricevitore ottimo per bersaglio completamente noto

Rivelazione di bersaglio non fluttuante

Ricevitore ottimo per bersaglio non fluttuante

Rivelazione di bersaglio fluttuante

Rivelazione su treno di impulsi: concetti introduttivi

Rivelazione di bersaglio non fluttuante con treno coerente a fase iniziale nota

Rivelazione di bersaglio non fluttuante con treno coerente a fase iniziale aleatoria

Ricevitori ottimi per treni coerenti

Rivelazione di bersaglio non fluttuante con treno incoerente

Ricevitori ottimi per treni incoerenti non fluttuanti

Perdita di integrazione per treno incoerente non fluttuante

Rivelazione di bersaglio fluttuante con treno incoerente. Modelli di Swerling

Rumore esterno e interno; temperatura di sistema

Osservazioni e fattori correttivi relativi all'equazione radar

Sistemi radar a rivelazione numerica del bersaglio: logica di decisione ad accumulatore, logica di decisione ad estrazione di finestra mobile

Rivelazione sequenziale e sua implementazione in un sistema con rivelazione a finestra mobile

Rivelazione coerente di bersaglio noto basata sull'osservazione di N impulsi e disturbo gaussiano non bianco

Rivelazione di bersaglio noto basata sul criterio di massimizzazione del rapporto segnale rumore

Sistemi per la riduzione del clutter

Richiami sui sistemi MTI

Sistemi MTD

Cenni sulle tecniche CFAR

Clutter fix

Adaptive clutter attenuator

Analisi dei segnali radar

Sistemi radar a compressione d'impulso: generalità

Compressione di impulso: impulsi di tipo "chirp" e realizzazione pratica di un filtro adattato ad impulso chirp

Compressione di impulso: impulsi a codifica numerica di fase

Stimatori ottimi di ritardo e doppler in caso di rumore AWGN e precisione nella stima

Funzione di ambiguità": approccio didascalico e approccio diretto

Proprietà della "Funzione ambiguità"

Funzione di ambiguità per impulso rettangolare non modulato

Funzione di ambiguità per impulso di tipo "chirp"

Funzione di ambiguità per treno coerente di impulsi equidistanti

Sistemi radar di inseguimento

Radar di inseguimento e TWS

Tecnica sequential lobing

Tecnica e ricevitore monopulse; errori sulla stima monopulse

Sistemi radar meteorologici terrestri e satellitari

Introduzione alla meteorologia radar

Modello per le precipitazioni in fase liquida (diametro equivalente)

Drop Size Distribution: definizione e modelli

Tasso di precipitazione

Interazioni fra le onde e.m. e precipitazione

Fattore di riflettività e potenza media retrodiffusa da un volume di precipitazione

Metodi per la stima radar della precipitazione: metodi monoparametrici e multiparametrici

Metodo della riflettività

Metodo dell'attenuazione

Metodo della doppia polarizzazione (o della riflettività differenziale)

Radar meteorologici doppler

Radar meteorologici satellitari e stima dei profili verticali di precipitazione

Sistemi radar ad apertura sintetica

Radar ad apertura sintetica (S.A.R.): introduzione e terminologia

Risoluzione in ground range, risoluzione azimutale

Approccio di array sintetico

Risoluzione azimutale del S.A.R. unfocused

Risoluzione azimutale del S.A.R. focused

Approccio diretto al SAR: curve isorange e isodoppler

Ambiguità in doppler e in range e limitazioni sulla PRF

Elaborazione dei segnali SAR

Cenni sui sistemi InSAR (SAR interferometrici)

Sistemi radar OTH (Over the Horizon)

**Disciplina:** 000012      **SISTEMI TELEMATICI**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** TES      AUS INS

**Crediti:** 5      **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** GIULI DINO

P1      ING-INF/03

**Copertura:** AFF03

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

---

- Modelli concettuali di base dei sistemi telematici, comprendenti: contesto strumentale (infrastrutture fisiche, infrastrutture logico-immateriali, applicazioni telematiche, strumenti per l'accesso periferico) e funzionalità essenziali a livello applicativo.

- Attori e soggetti della rete telematica (ad es. provider, intermediari e utenti finali): loro ruolo e relazioni nella produzione e fruizione di servizi finali dei sistemi telematici.

- Analisi dell'impatto delle innovazioni tecnologiche relative ai sistemi telematici su aspetti di carattere sociale, economico e giuridico-politico: esigenze ed opportunità applicative per l'utenza finale; istanze e requisiti individuali e sociali dell'utenza; istanze e requisiti di business ed organizzativi; fattori di globalizzazione e internazionalizzazione; azioni di regolazione; fattori di innovazione tecnologica.

- Architetture fisiche e logiche di sistemi e requisiti di sistema a livello tecnico e operativo.

- Approfondimenti su sottosistemi, funzionalità di base ed esempi di soluzioni strumentali ed operative, inerenti:  
piattaforme integrate per la connettività in rete;  
protocolli e linguaggi per la comunicazione di dati;  
profilazione degli utenti;  
privacy e sicurezza;  
identity management;  
sottosistemi periferici basati su soluzioni di ambient intelligence;  
embedded systems;  
interoperabilità e cooperazione di applicazioni telematiche;  
gestione della qualità e degli accordi di servizio per la fruizione e la interoperabilità delle applicazioni telematiche.

**Disciplina:** N849TES **STRUTTURE GUIDANTI**

ING-INF/02

**Corso di Studio:** TES

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

**Note:**

**Docente:** FRENI ANGELO

P2 ING-INF/02

**Copertura:** AFF03

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

---

#### PROPAGAZIONE GUIDATA

- richiami alla propagazione guidata
- identità scalari di Green
- potenza attiva trasportata da una guida

#### DISCONTINUITA' NELLE GUIDE

#### TEOREMA DI UNICITA'

#### PERDITE IN GUIDA

- perdite di volume
- perdite per conducibilità

#### CAMPO GENERATO DA SORGENTI ASSEGNATE IN UNA GUIDA D'ONDA

#### CAVITA' RISONANTI

- cavità risonanti ideali
- cavità reali
- risonatori dielettrici

#### GUIDE NON OMOGENEE

- propagazione in uno slab dielettrico
- fibre ottiche (cenni)
- linee a striscia

#### GIUNZIONI A MICROONDE

- matrice di ammettenza e di impedenza
- matrice di diffusione
- matrice di trasmissione
- matrice catena

#### MATERIALI MAGNETICI

- generalità sulla propagazione in un mezzo anisotropo
- effetto Faraday
- isolatori
- sfasatori non reciproci

**Note:**

---

Richiami sulla definizione e proprietà delle variabili aleatorie. Densità e distribuzione di probabilità, medie, momenti, momenti congiunti, incorrelazione. Distribuzione Gaussiana, monovariata e multivariata. Richiami sui processi aleatori: momenti del primo e secondo ordine. Processi stazionari, incorrelati, ortogonali. Matrice di autocorrelazione, di autocovarianza e loro proprietà. Processo armonico. Analisi in frequenza: spettro, densità spettrale di potenza e loro proprietà. Filtraggio di processi aleatori. Teorema di fattorizzazione spettrale.

Introduzione al problema della stima. Dati osservati e modello del segnale. Generalità sugli stimatori. PDF dei dati. Bias di uno stimatore. Stimatore minimum variance unbiased (MVU): caso scalare e vettoriale. Esempi di calcolo della media e della varianza degli stimatori. Calcolo del Cramer-Rao lower bound (CRLB). Informazione di Fisher. CRLB e trasformazione dei parametri. CRLB per segnale in AWGN. Calcolo del CRLB per vettore di parametri. Esempi di calcolo del CRLB, caso scalare e vettoriale. Statistica sufficiente. Fattorizzazione di Neyman-Fischer. Uso della statistica sufficiente per ricavare lo stimatore MVU (teorema di Rao-Blackwell-Lehmann-Scheffe). Estensione al caso vettoriale.

Modello lineare. Stimatore per il modello lineare e sua covarianza. Modello lineare generalizzato ed estensione al caso vettoriale. Best unbiased linear estimator (BLUE), caso scalare e vettoriale. Esempi di calcolo del BLUE. Applicazione alla stima di canale.

Stima a massima verosimiglianza (maximum likelihood estimator, MLE). Definizione e motivazioni del MLE. Proprietà asintotiche del MLE. Calcolo del MLE per via numerica. Stima ML per vettore di parametri. Esempi di stima ML. Stima ai minimi quadrati (least squares, LS). Stima LS con modello lineare. Weighted LS. Interpretazione geometrica della stima LS. Stima LS non lineare. Esempi di stima LS.

Approccio Bayesiano alla stima. PDF a priori e a posteriori. Stimatore Bayesiano in senso MMSE. Modello lineare Bayesiano generalizzato. Esempi di stima Bayesiana. Stima Bayesiana con vettore di parametri. Rischio di Bayes. Stima maximum a posteriori (MAP). Stima MAP vettoriale. Esempi di stima MAP. Stimatore MAP per vettore di parametri. Stima LMMSE, caso scalare e vettoriale. Esempi di stima LMMSE. Interpretazione geometrica stima LMMSE. Stima LS e LMMSE sequenziale. Filtro di Wiener: predizione, filtraggio, smoothing.

Stime spettrali. Stime di della sequenza di autocorrelazione. Il metodo del periodogramma. Prestazioni del metodo del periodogramma: media e varianza dello stimatore. Metodo del periodogramma modificato. I metodi di Welch e Bartlett. Il metodo di Blackman-Tukey. Prestazioni dei metodi periodogram-averaging e periodogram-smoothing.

**Note:**

---

Sorgenti di informazione. Sorgenti senza memoria. Misura della quantità di informazione. Entropia. Entropia di sorgenti continue: entropia differenziale. Modelli di sorgenti continue senza memoria: gaussiana, laplaciana, uniforme. Sorgenti di informazione con memoria (sorgenti di Markov). Modello a stati finiti. Entropia di stato. Entropia di sorgenti di Markov. Entropia di ordine zero. Sorgenti estese. I Teorema di Shannon: codifica reversibile di sorgente. Lunghezza media di un codice. Disuguaglianza di Kraft. Codifica di sorgenti estese. Codici istantanei. Codifica di Huffman. Codifica di Lempel-Ziv. Cenni sulla codifica aritmetica. Distorsione e sua misura. Teoria della Rate-Distortion: significato della curva  $R(D)$  di una sorgente. Quantizzazione scalare uniforme. Cenni sulla quantizzazione vettoriale. Compressione di segnali e immagini con metodi predittivi (DPCM).

Canali per la trasmissione di informazione. Canali discreti e continui (a forma d'onda). Matrice di canale. Canale binario simmetrico (CSB). Entropia a priori e a posteriori. Equivocazione e informazione mutua. Entropia congiunta. Canali senza rumore (deterministici). Canali in cascata. II Teorema di Shannon: trasmissione affidabile di informazione su canali rumorosi. Capacità di un canale. Capacità del canale gaussiano. Limite di Shannon. Codifica a controllo d'errore. Distanza di Hamming. Rivelazione e correzione di errori. Codici blocco: matrice generatrice e matrice di controllo di parità; sindrome e decodifica con tabella standard. Decodifica rigida (hard) e flessibile (soft). Guadagno di un codice di canale. Codici ciclici: polinomi generatore e di controllo di parità. Codici BCH (cenni). Codici di Reed-Solomon. Codici convoluzionali. Decodifica di Viterbi. Canali con memoria. Modello di Gilbert a due stati. Tecniche di interleaving. Codici concatenati.

**Disciplina:** 000011      **TEORIA E TECNICA DELLE MICROONDE E**      ING-INF/02  
**ONDE MILLIMETRICHE**

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

**Note:** .

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

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

---

Metodi di analisi full-wave della propagazione guidata nelle linee di trasmissione planari e quasi planari.  
Metodi di analisi e di progetto di antenne planari a microonde di tipo passivo, attivo, UWB (Ultra Wide Band) e Smart (RFID).

Progetto e ottimizzazione di circuiti e blocchi funzionali a larga banda a microonde e ad onde millimetriche, comprendenti giunzioni multiporta, accoppiatori, filtri, dispositivi lineari e non lineari.

Metodologie di misura a larga banda per la caratterizzazione di dispositivi e circuiti operanti nel campo delle microonde e onde millimetriche.

Seminari su applicazioni industriali, scientifiche e biomediche delle microonde.

## PROGRAMMA PROVVISORIO

### 1. RICHIAMI DI TEORIA DELLE COMUNICAZIONI NUMERICHE

Demodulazione coerente  
Trasmissione attraverso canali vettoriali:  
Criterio ottimo di decisione;  
Regioni di decisione;  
Statistica sufficiente.

Trasmissione di forme d'onda attraverso canali gaussiani coerenti:  
Criterio di demodulazione ottimo;  
Realizzazione fisica del demodulatore ottimo.

Applicazioni a schemi di modulazione digitale  
Probabilità d'errore ed efficienza spettrale

### 2. TRASMISSIONE DI FORME D'ONDA ATTRAVERSO CANALI GAUSSIANI INCOERENTI

Criterio di demodulazione ottimo;  
Realizzazione fisica del demodulatore ottimo.  
Applicazioni a schemi di modulazione digitale:

Modulazione FSK binaria;  
Modulazione ortogonale a M livelli.

Confronto fra differenti schemi di modulazione numerica.  
Criterio di decisione ottimo per canali con rumore colorato.

### 3. RECUPERO DEL SINCRONISMO DELLA PORTANTE E DELLA TEMPORIZZAZIONE

Tecniche per il recupero del sincronismo di tipo MAP  
Tecniche MAP per il recupero del sincronismo della portante di tipo decision direct e non-decision direct.  
Tecniche MAP per il recupero del sincronismo della temporizzazione di tipo decision direct e non-decision direct.  
Tecniche MAP per il recupero congiunto del sincronismo della portante e della temporizzazione.  
Caratterizzazione delle prestazioni delle tecniche per il recupero del sincronismo della portante e della temporizzazione.

### 4. TRASMISSIONE DI FORME D'ONDA ATTRAVERSO CANALI CON BANDA LIMITATA

Il problema dell'interferenza intersimbolica.  
Equalizzazione di canale:  
Equalizzatore di tipo Zero-Forcing;  
Equalizzatore di tipo MSE;  
Equalizzatori self-recovery;  
Equalizzatore decision-feedback;  
Equalizzatore aiutato dai dati.

### 5. TRASMISSIONE DI FORME D'ONDA CODIFICATE

Integrazione della codifica lineare blocco con la modulazione numerica:

Principali proprietà;

Il problema della decisione ottima;

Algoritmo di decisione MLSE;

Algoritmo di decisione MLSE a complessità ridotta.

Applicazioni: Sistemi integrati codici blocco di Hamming e modulazione CPFSK.

Applicazione dell'algoritmo di Viterbi per la demodulazione ML di modulazioni numeriche:

Modulazioni CPM full response e partial response.

Modulazioni codificate per canali a banda limitata.

Modulazioni TCM:

Rappresentazione mediante trellis,

Metodo set partitioning,

Demodulazione mediante l'algoritmo di Viterbi, Prestazioni.

Modulazioni BCM (Cenni).

## 6. TECNICHE DI MODULAZIONE CON ALLARGAMENTO DELLO SPETTRO

Modello del sistema di comunicazione;

Metodo delle sequenze dirette;

Metodo dei salti in frequenza;

Tecnica di accesso multiplo a divisione di codice;

Tecniche di demodulazione multiutente.

