

Ing. Telecomunicazioni/S

Disciplina: N841TES **ANTENNE IN AMBIENTE OPERATIVO**

ING-INF/02

Corso di Studio: TES

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note:

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 (Ottica 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: 000717

COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA II

ING-INF/02

Corso di Studio: TES ELS ELM

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note: ELM = COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

Docente: CAROBBI CARLO

RC ING-INF/07

Copertura: AFF03

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

-
- Definizioni e concetti di base: Compatibilità elettromagnetica (EMC) e le problematiche di interferenza elettromagnetica (EMI); immunità e suscettibilità EM, radiazione elettromagnetica, antenne, parametri fondamentali delle antenne.
 - Sorgenti di interferenza EM: Disturbi condotti e disturbi radiati, a banda larga e a banda stretta, coerenti e incoerenti
 - Schermi elettromagnetici: Efficienza di schermaggio, schermi metallici e multistrato; aperture in schermi metallici, schermi discontinui, superfici metalliche forate, fessure, guarnizioni; schermi ferromagnetici
 - Linee di trasmissione multiconduttore: modelli circuitali per l'analisi dell'accoppiamento EM; valutazione dei parametri primari per unità di lunghezza di strutture multiconduttore; modo comune e modo differenziale; cavi schermati dotati di conduttori semplici o intrecciati sistemi per la limitazione di disturbi condotti.
 - Normative, strumentazione e dispositivi di misura per la EMC. Definizioni e terminologia. Normative EMC. Direttiva EMC. Misuratore standard di radiodisturbi. Misure di emissione condotta. Misure di emissione radiata. Prove di immunità condotta. Prove di immunità radiata. Prova della scarica elettrostatica.
 - Protezione dai campi elettromagnetici non ionizzanti. Tecniche di misura. Limiti di esposizione. Effetti dell'esposizione.

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. Modelli di canale indoor. La spazialità.

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.
Tecnica a diversità spazio-tempo: algoritmi di Alamouti e Alamouti ibridi anche in configurazioni 2x2 MIMO Rayleigh channel
Tecnica 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 è una sezione integrativa del corso di "Reti di telecomunicazione", sviluppata come "Complementi di reti di telecomunicazione" ed il cui scopo è quello di focalizzare le principali e reali strutture di rete, le tecnologie di multiplazione e trasporto nelle reti numeriche, le tecnologie xDSL per gli accessi a larga banda. Questa sezione può essere considerata lo studio del contesto in cui trovano posto i sistemi per comunicazioni ottiche, quali segmenti delle reti numeriche.

La seconda parte affronta i fondamenti della trasmissione in fibra ottica, nonché le caratteristiche e le strutture delle reti ottiche. Sono studiati i fenomeni fisici della propagazione della luce in fibra ed i parametri che caratterizzano i processi trasmissivi, facendo riferimento agli standard internazionali ed alle Raccomandazioni ITU-T. Sono prese in considerazione le strutture di rete con particolare riferimento alle MAN ed alle architetture di accesso FTTx. Si prevede una visita ad una centrale telefonica di Telecom Italia.

Disciplina: 0065224 **ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI**

ING-INF/03

Corso di Studio: TES

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note:

Docente: CAPPELLINI VITO

P1 ING-INF/03

Copertura: AFF03

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

Sono affrontate prima di tutto le tematiche di acquisizione delle immagini (digitalizzazione), con particolare riferimento al modello della visione umana, e rappresentazione delle stesse, sia in termini di risoluzione spaziale e di livelli di grigio.

Sono poi trattate le principali tecniche di elaborazione delle immagini, con riferimento alle principali trasformate utilizzate e agli operatori locali e puntuali.

Sono presentate tecniche di analisi delle immagini, con riferimento a tecniche di segmentazione e di estrazione di bordi. Sono trattate tecniche di compressione dei dati (immagini e video, standard JPEG e MPEG).

Sono poi presentate applicazioni delle tecniche evidenziate, con riferimento a tecniche di Restauro Virtuale, tecniche di Registrazione di Immagini, tecniche di Digital Forensic, anche per dimostrare l'applicabilità della teoria introdotta.

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

ING-INF/03

Corso di Studio: TES INM

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note: INM=SICUREZZA E GESTIONE DELLE RETI DI TELECOMUNICAZIONE

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, criptazione e VPN

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.

Introduzione ai metodi numerici per l'elettromagnetismo.

Richiami di analisi vettoriale e di teoria dei campi elettromagnetici.

Metodo delle differenze finite nel dominio della frequenza (FD) e del tempo (FDTD). Absorbing boundary conditions e perfectly matched layers. Applicazione delle FDTD a problemi elettromagnetici.

Metodo degli elementi finiti (FEM). Elementi di ordine superiore, elementi parametrici, elementi vettoriali.

Applicazione del FEM a problemi elettromagnetici.

Metodi integrali. Metodo dei momenti (MoM). Applicazione del MoM a problemi elettromagnetici. Metodi avanzati per l'analisi di oggetti grandi in termini di lunghezza d'onda. Metodi ibridi.

Metodo del Mode Matching. Tecniche modali avanzate.

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

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

Note: INM=ELAB. E PROTEZIONE DELLE IMMAGINI

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”
- * Data Hiding per Autenticazione

*Tecniche di Image forensic

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

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

Note: CORSO NON TENUTO PER MANCANZA DI STUDENTI

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

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

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 INM

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note: INS NON ATTIVO

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 ELS

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note: ELS=TEORIA E TECNICA DELLE MICROONDE E ONDE MILLIMETRICHE

Docente: BIFFI GENTILI GUIDO

P1 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

Disciplina: 54354852 **TEORIA DELLA STIMA**

ING-INF/03

Corso di Studio: TES INS

Crediti: 5 **Tipo:** A

Note: INS=NO ATTIVO

Docente: ARGENTI FABRIZIO

P2 ING-INF/03

Copertura: AFF03

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

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.

