

# **Ing. Telecomunicazioni**

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

ING-INF/02

**Corso di Studio:** IDT IEL ELS

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

**Note:**

**Docente:** PELOSI GIUSEPPE

P1 ING-INF/02

**Copertura:** AFF03

**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:** 1111IDT **APPLICAZIONI DI MATEMATICA**

MAT/05

**Corso di Studio:** IDT IEL

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

**Note:**

**Docente:** MARINI MAURO

P1 MAT/05

**Copertura:** AFF03

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

---

#### 1) RICHIAMI SUI NUMERI COMPLESSI

Forma algebrica, forma trigonometrica, forma esponenziale. Leggi di De Moivre. Equazioni algebriche e radici. L'esponenziale in campo complesso e proprietà. Le funzioni trigonometriche e le formule di Eulero. Il logaritmo in campo complesso. Risolubilità di equazioni esponenziali

#### 2) FUNZIONI COMPLESSE

Funzioni complesse come trasformazioni piane. Continuità e derivabilità. Formule di Cauchy-Riemann. Funzioni analitiche e funzioni armoniche. Ricostruzione di funzioni analitiche. Teorema dell'unicità dell'estensione analitica. Integrale in campo complesso. Teorema di Cauchy e conseguenze. Sviluppabilità in serie di potenze di funzioni analitiche. Alcuni sviluppi notevoli [esponenziale, seno, coseno,  $(1-s)^{-1}$ ]. Serie di Laurent. Classificazione delle singolarità. Singolarità eliminabili, polari, essenziali e loro caratterizzazione. Il Teorema di Casorati. Zeri di funzioni analitiche. Funzioni analitiche e limitate: i teoremi di Liouville e di D'Alembert. Il concetto di Residuo al finito. Primo teorema dei Residui e calcolo di Residui. Serie di Laurent all'infinito. Residuo all'infinito e Secondo Teorema dei Residui. Calcolo di integrali in campo complesso.

#### 3) TRASFORMATA DI LAPLACE e FUNZIONI DI TRASFERIMENTO

Sistemi fisici e modelli matematici: esempi. Le funzioni di trasferimento e funzioni di rete. Funzioni di classe  $\lambda$  e ascissa di convergenza. La trasformata di Laplace. Proprietà della derivazione e integrazione. La trasformata di Laplace nell'analisi e sintesi di reti elettriche passive.

#### 4) FUNZIONI R.P.

Richiami sull'algebra dei polinomi. Test di Routh-Hurwitz. Funzioni reali positive razionali. Proprietà. Il test "delle 4 condizioni" e il criterio di Talbot. Il caso dispari. Circuiti RCL passivi in serie e in parallelo. Impedenza e ammettenza complesse: esempi di sintesi.

#### 5) TRASFORMATA ZETA E APPLICAZIONI

Richiami sulle serie di potenze. Campionamento di segnali. Raggio di convergenza. Trasformata Zeta. Trasformate di campionamenti elementari. Le proprietà dello smorzamento, della "moltiplicazione per n", della traslazione. La convoluzione discreta. Antitrasformata Zeta e calcolo nel caso razionale. Le proprietà del valore iniziale e finale. L'approccio ricorsivo. La trasformata Zeta nella risoluzione di equazioni alle differenze lineari a coefficienti costanti. Cenno sulla trasformata Zeta nell'analisi di sistemi tempo-discreti e nella trasmissione di segnali.

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

**Note:** ELS IEL NON ATTIVATA

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

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

---

Gli argomenti trattati nel corso sono:

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).

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

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.

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.

Confronto FIR e IIR.

Considerazioni sulla realizzazione di sistemi di elaborazione numerica dei segnali

**Disciplina:** 2222IDT **ELETTRONICA APPLICATA**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IDT IEL BMS

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

**Note:**

**Docente:** MASOTTI LEONARDO

FRL ING-INF/01

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** 3333IDT **ELETTRONICA DIGITALE**

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IDT IEL

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

**Note:**

**Docente:** ATZENI CARLO

P1 ING-INF/01

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** 00489663 **FONDAMENTI DI RETI DI TELECOMUNICAZIONI**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IDT ELM

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

**Note:**

**Docente:** FANTACCI ROMANO P1 ING-INF/03 **Copertura:** AFF03

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

---

- 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 istradamento in reti fisse e wireless
- . Tecniche per il controllo della congestione
  
- . Elementi di sicurezza delle comunicazioni.

**Disciplina:** 5555IDT **INGEGNERIA DEL SOFTWARE**

ING-INF/05

**Corso di Studio:** IDT IIN

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

**Note:**

**Docente:** BUCCI GIACOMO

P1 ING-INF/05

**Copertura:** AFF03

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

---

**1 - CARATTERIZZAZIONE DI SISTEMI LINEARI A DUE PORTE (0,5 CFU)**

Introduzione. 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.

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

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.

**3 - 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.

**4 - 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).

**5 - ELEMENTI DI TELEVISIONE E SISTEMI TELEVISIVI ANALOGICI (1,5 CFU)**

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 B/N: 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.

**6 - ANALISI DI BASE 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 da satellite (DTH); esempio di dimensionamento della stazione ricevente. Attenuazione troposferica gassosa e da pioggia.

**7 - CENNO SULLA TELEVISIONE DIGITALE DA SATELLITE (0,5 CFU)**

Introduzione agli standard europei di televisione digitale (DVB). Elementi dello standard di televisione digitale da

satellite DVB-S, con particolare riferimento agli aspetti trasmissivi.

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

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IDT AUS

**Crediti:** 6 **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".

