

# **Ing. Telecomunicazioni**

**Disciplina:** N165IDT    **ANALISI E SIMULAZIONE DI SISTEMI**    ING-INF/04  
**DINAMICI**  
**Corso di Studio:** IDT    IEL, IIN    **Crediti:** 6    **Tipo:** C  
**Note:** BASSO 3 CFU  
**Docente:** BASSO MICHELE    RC    ING-INF/04    **Copertura:** AFF03  
**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

vedi Analisi e Simulazione di Sistemi Dinamici - IEL

---

vedi Analisi e Simulazione di Sistemi Dinamici - IEL

**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.

---

Programma del corso di APPLICAZIONI DI MATEMATICA

A.A. 2008-2009- 6CFU

#### 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. Antitrasformata di Laplace. La formula di inversione complessa. Sistemi differenziali lineari a coefficienti costanti: generalità. La matrice di transizione e sue proprietà. Risolubilità mediante la trasformata di Laplace vettoriale.

#### 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. Cenno sulla trasformata Zeta nell'analisi di sistemi tempo-discreti e nella trasmissione di segnali.

**Note:**

1. Introduzione e richiami di teoria dei segnali

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, attenuazione di spazio libero
- Trasmissione in linea, in cavo e in fibra
- Multiplazione a divisione di frequenza FDM
- Multiplazione a divisione di tempo TDM

4. Rumore

- Rumore termico
- Temperatura di rumore
- Temperatura equivalente di rumore di un sistema
- Rumorosita` di sistemi in cascata

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

- Ricevitore ottimo (filtro adattato)
- Trasmissione PAM, ASK, QAM (prestazioni e banda)
- Codifica di Gray

- PCM come caso particolare di PAM a 2 livelli
- Trasmissione PPM, PSK, FSK (prestazioni e banda)

#### 7. Teoria dell'informazione

- Entropia
- Codifica di sorgente (Codice di Huffman)
- I teorema di Shannon (enunciato e significato)
- Informazione mutua
- Capacità di canale
- II teorema di Shannon (enunciato e significato)
- Capacità di un canale AWGN a banda limitata
  - > Comportamento delle varie modulazioni
  - > Cenni alla codifica di canale

#### 8. 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

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

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

**Note:** .

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

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

---

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

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IDT IEL BMS

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

**Note:**

**Docente:** MASOTTI LEONARDO

P1 ING-INF/01

**Copertura:** AFF03

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

---



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

ING-INF/01

**Corso di Studio:** IDT

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

**Note:**

**Docente:** ATZENI CARLO

P1 ING-INF/01

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N160IDT **ELETTRONICA GENERALE**

ING-INF/01

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

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

**Note:**

**Docente:** MANES GIANFRANCO

P1 ING-INF/01

**Copertura:** AFF03

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

---

vedi IEL

**Disciplina:** 0065057 **ELETTROTECNICA**

ING-IND/31

**Corso di Studio:** IDT IEL

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

**Note:** .

**Docente:** MANETTI STEFANO

P1 ING-IND/31

**Copertura:** AFF03

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

---

Grandezze elettriche fondamentali. Teoria dei Circuiti e suoi limiti di applicabilità. Leggi di Kirchoff. Componenti passivi. Connessioni serie e parallelo di componenti. Partitore di tensione e di corrente. Trasformazioni stella-triangolo. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Millman, di Thevenin, di Norton.

Metodi di analisi su base maglie e su base nodi.

Componenti attivi. Generatori controllati. Analisi di reti resistive contenenti componenti attivi. Cenni ai circuiti con amplificatori operazionali.

Analisi mediante soluzione di equazioni differenziali. Analisi di circuiti del primo ordine con metodo semplificato. Risposta transitoria e risposta permanente. Costante di tempo. Calcolo della risposta a regime con eccitazioni costanti e con eccitazioni sinusoidali.

Valore efficace. Fasori. Circuiti equivalenti nel dominio dei fasori. Circuiti risonanti serie e parallelo. Coefficiente di risonanza. Larghezza di banda.

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

Potenza attiva, fattore di potenza, potenza reattiva, potenza apparente e potenza complessa. Triangolo delle potenze. Conservazione della potenza complessa. Rifasamento. Teorema del massimo trasferimento di potenza.

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

FIS/01

**Corso di Studio:** IDT IEL IIN

**Crediti:** 6 **Tipo:** R

**Note:** .

**Docente:** CATALIOTTI FRANCESCO SAVER P2 FIS/03

**Copertura:** AFF03

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

---

## 1. ELETTROSTATICA

### 1.1 CAMPI ELETTRICI.

Proprietà delle cariche elettriche. Isolanti e conduttori. Legge di Coulomb. Campi elettrici generati da distribuzioni di cariche. Le linee del campo elettrico. Moto di una particella carica in campi elettrici di semplice struttura.

### 1.2 LA LEGGE DI GAUSS.

Flusso elettrico e legge di Gauss. Applicazione della legge di Gauss a isolanti carichi. Conduttori in equilibrio elettrostatico. Forma differenziale della legge di Gauss.

### 1.3 POTENZIALE ELETTRICO.

Differenza di potenziale e potenziale elettrico. Differenza di potenziale in un campo elettrico uniforme. Potenziale elettrico ed energia potenziale dovuti a una distribuzione di carica. Come ricavare il valore del campo elettrico dal potenziale elettrico. Potenziale elettrico dovuto a un conduttore carico.

### 1.4 CAPACITA' E DIELETTICI.

Definizione e calcolo della capacità. Combinazioni di condensatori. Energia immagazzinata in un condensatore carico. Condensatori con dielettrici.

## 2. LA CORRENTE ELETTRICA STAZIONARIA

### 2.1 CORRENTE E RESISTENZA.

Corrente elettrica. Resistenza e legge di Ohm. Un modello della conduzione elettrica. Resistenza e temperatura. Energia e potenza elettrica.

### 2.2. CIRCUITI IN CORRENTE CONTINUA.

Forza elettromotrice. Resistori in serie e in parallelo. Circuiti RC.

## 3. IL CAMPO MAGNETICO STATICO

### 3.1 CAMPI MAGNETICI.

Il campo magnetico. Forza magnetica agente su un conduttore percorso da corrente. Momento meccanico di una spira in un campo magnetico uniforme. Moto di una particella carica in un campo magnetico uniforme.

### 3.2. SORGENTI DEL CAMPO MAGNETICO.

La legge di Biot e Savart. Forza magnetica fra due conduttori paralleli. La legge di Ampère e la sua forma differenziale. Campo magnetico di un solenoide. La legge di Gauss per il magnetismo e la sua forma differenziale. Corrente di spostamento. La legge di Ampère generalizzata e la sua forma differenziale.

### 3.3. LA LEGGE DI FARADAY.

Legge di Faraday sull'induzione. Forza elettromotrice nei circuiti in moto. La legge di Lenz. Forze elettromotrici indotte e relativi campi elettrici.

### 3.4 INDUZIONE.

Autoinduzione. Circuiti RL. Energia in un campo magnetico. Mutua induzione. Oscillazioni in un circuito.

### 3.5 CIRCUITI IN CORRENTE ALTERNATA.

Resistori in un circuito in c.a. Induttori in un circuito in c.a. Condensatori in un circuito in c.a. Il circuito serie RLC. Risonanza in un circuito serie RLC. Assorbimento di energia in sistemi risonanti. Il trasformatore e la trasmissione di potenza.

## 4. ONDE ELETTROMAGNETICHE

4.1 EQUAZIONE DELLE ONDE. Equazione della corda vibrante e sua soluzione generale. Moto ondulatorio e propagazione delle onde. Onde stazionarie e modi propri. Soluzione completa dell'equazione della corda vibrante con estremi bloccati espressa come serie di onde stazionarie.

4.2 ONDE ELETTROMAGNETICHE. Equazioni di Maxwell in forma integrale e in forma differenziale. Campi dipendenti da una sola variabile spaziale. Equazione delle onde piane per il campo elettrico e per il campo magnetico dedotta dalle equazioni di Maxwell. Il vettore di Poynting. Energia trasportata dalle onde elettromagnetiche.

4.3 INTERFERENZA DELLE ONDE. Condizioni per l'interferenza. L'esperimento di Young della doppia fenditura.

Distribuzione di intensità della figura di interferenza prodotta dalla doppia fenditura.

## 5. I PRINCIPI DELLA RELATIVITA' RISTRETTA

5.1. LA RELATIVITA'. Il principio di relatività di Galileo. L'esperimento di Michelson-Morley. Il principio di relatività di Einstein. Le trasformazioni di Lorentz. Cenni su quantità di moto ed energia relativistiche.

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

**Corso di Studio:** IDT IEL BMS INE **Crediti:** 6 **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.

**Disciplina:** N053IDT **FONDAMENTI DI RETI DI TELECOMUNICAZIONE**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IDT

**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:** 4444IDT **INFORMATICA INDUSTRIALE**

ING-INF/05

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

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

**Note:**

**Docente:** FANTECHI ALESSANDRO

P1 ING-INF/05

**Copertura:** AFF03

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

---



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

ING-INF/05

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

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

**Note:**

**Docente:** BUCCI GIACOMO

P1 ING-INF/05

**Copertura:** AFF03

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

---

**Disciplina:** N063IDT **METODI MATEMATICI**

MAT/05

**Corso di Studio:** IDT IEL

**Crediti:** 6 **Tipo:** R

**Note:** .

**Docente:** BORGIOI GIOVANNI

P2 MAT/07

**Copertura:** AFF03

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

---

## PROGRAMMA METODI MATEMATICI 2008/09

### 1 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE (EDO)

Definizioni e terminologia; la forma normale; l'equazione del primo ordine  $y'(x)=f(x,y(x))$  per funzioni  $y(x)$  definite su  $R$  ed a valori in  $R_n$  come forma generale rappresentativa di EDO di ordine  $n$  e di sistemi di  $n$  EDO del primo ordine; il problema di Cauchy o ai valori iniziali (PVI); il teorema di esistenza ed unicità (TEU) per il PVI: caso di equazioni del primo ordine per funzioni scalari (da  $R$  in  $R$ ) e caso generale (senza dimostrazione); conseguenze del TEU per i sistemi lineari.

EDO del I ordine: metodi risolutivi per le equazioni scalari del I ordine: a variabili separabili, equazioni omogenee, equazioni lineari complete, equazioni del tipo di Bernoulli, equazioni esatte e fattori integranti.

EDO del II ordine: metodi risolutivi per le equazioni riconducibili ad equazioni del I ordine; equazioni integrabili per quadrature; equazioni lineari a coefficienti costanti, caso omogeneo e non omogeneo: il metodo dei coefficienti indeterminati ed il metodo di variazione delle "costanti".

Equazioni lineari in forma generale: ricerca delle soluzioni generali. Spazi lineari di funzioni: lo spazio generato dalle soluzioni di EDO lineari omogenee.

Interpretazione geometrica ed analisi qualitativa per le EDO del II ordine e per i sistemi del I ordine di dimensione 2: il piano delle fasi.

Stabilità delle soluzioni rispetto alle condizioni iniziali:

definizione di stabilità secondo Liapunov: stabilità delle soluzioni di equilibrio e stabilità delle soluzioni evolutive; stabilità asintotica; proprietà di stabilità per equazioni e sistemi lineari; analisi dettagliata dei sistemi a dimensione 2: definizione di centro, punto sella; fuoco (spirale); nodo;

caso di equazioni e sistemi non lineari: criterio di stabilità in prima approssimazione; II Criterio di Liapunov per la stabilità, per la stabilità asintotica e per l'instabilità. Analisi qualitativa con il metodo dell'energia.

Modelli meccanici ed in teoria dei circuiti che vengono formulati come EDO: l'oscillatore armonico, l'oscillatore armonico smorzato e forzato e la risonanza lineare, il pendolo non lineare.

Modelli in dinamica delle popolazioni: il modello malthusiano, il modello logistico, il modello preda-predatore

### 2 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI A DERIVATE PARZIALI (EDP)

Definizioni. Classificazione delle EDP lineari del II ordine. Definizione dei problemi al bordo (Dirichlet e Neumann). Modelli in Meccanica dei Continui che vengono formulati come equazioni differenziali a derivate parziali: l'equazione della diffusione e l'equazione delle onde (unidimensionali) e risoluzione di problemi al contorno ed ai valori iniziali (introduzione alla serie di Fourier).

### 3 - SERIE DI FOURIER (SF)

Spazi di funzioni dotati di prodotto interno (spazi unitari). Norma di una funzione.

Disuguaglianza di Schwartz, disuguaglianza di Minkowski (triangolare), disuguaglianza di Bessel.

Spazio delle funzioni continue a tratti su un intervallo. Polinomi trigonometrici e polinomi di Fourier; base ortonormale approssimante reale e complessa. Serie di Fourier reale e complessa, calcolo dei coefficienti; SF di funzioni periodiche e di funzioni definite su un intervallo qualunque; convergenza in norma (media quadratica); l'uguaglianza di Parseval; le condizioni di Dirichlet per la convergenza puntuale della SF; fenomeno di Gibbs e convergenza uniforme della SF; convergenza della serie derivata e della serie integrale; funzioni pari e dispari e loro SF.

**Disciplina:** N161IDT **MISURE ELETTRICHE**

ING-INF/07

**Corso di Studio:** IDT

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

**Note:**

**Docente:** ZANOBINI ANDREA

RC ING-INF/07

**Copertura:** AFF03

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

---

Si veda Misure Elettriche per il corso di laurea in Ingegneria Elettronica.

**1 - CARATTERIZZAZIONE DI SISTEMI LINEARI A DUE PORTE (1,5 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 (1,5 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. Attenuazione troposferica: gassosa e da pioggia.

**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:** N207IDT **TELEMATICA**

ING-INF/03

**Corso di Studio:** IDT IIN, 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".

**Corso di Studio:** IDT IEL, BMS **Crediti:** 6 **Tipo:** A**Note:** CONDIVISA SU BMS COMUNICAZIONI ELETTRICHE I**Docente:** GHERARDELLI MONICA P2 ING-INF/03 **Copertura:** AFF03**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.**Parte I: SEGNALI DETERMINISTICI**

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.

Inviluppo complesso di un segnale passabanda: Trasformata di Hilbert. Inviluppo complesso associato ad un segnale passa banda ad energia finita. Rappresentazione canonica di segnali passa-banda.

Campionamento dei segnali : Teorema del campionamento per segnali ad energia finita e banda limitata: spettro del segnale campionato, criterio di Nyquist, ricostruzione del segnale analogico per interpolazione. Aliasing. Campionamento naturale. Campionamento sample-and-hold. Campionamento di segnali passa-banda (del 1° e del 2° ordine). Esempi

**Parte II: SEGNALI ALEATORI**

Processi aleatori: Definizione. Funzione di distribuzione di ordine  $n$  di un processo. Densità di probabilità di ordine  $n$  di un processo. Funzione di distribuzione congiunta e densità di probabilità congiunta. Processi multidimensionali. Processi complessi. Valor medio, funzione di autocorrelazione e funzione di autocovarianza. Cross correlazione e cross covarianza di due processi. Processi incorrelati, processi ortogonali e processi indipendenti. Processi gaussiani. Processi stazionari: stazionarietà in senso stretto e in senso lato, stazionarietà congiunta. Autocorrelazione e densità spettrale di potenza media di processi stazionari. Cross correlazione e cross spettro di processi stazionari. Trasformazioni lineari di processi aleatori. Processi ergodici: ergodicità relativa al valor medio ed ergodicità relativa alla funzione di autocorrelazione.

Rumore : processo rumore bianco, rumore bianco e gaussiano filtrato passa basso. Banda equivalente di rumore e tempo di decorrelazione. Caratteristiche statistiche del rumore gaussiano a banda stretta: proprietà delle componenti in fase e in quadratura, statistica dell'inviluppo e della fase.

