



FACOLTA' di INGEGNERIA

---

## **TRASMISSIONE ED ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI (ING-INF/03)**

(Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica, 9 cfu)

A.A. 2012-13 Prof. Francesco Palmieri

Propedeuticità: Probabilità e Informazione; Teoria dei Segnali

**Programma** (aggiornato al 1 luglio 2013)

**I PARTE (Modulazione Numerica)** (parte del corso tenuta dal Prof. Salvo Rossi in sovrapposizione al corso di Comunicazioni Elettriche – vedi sito specifico per ulteriori informazioni)

Rappresentazione nello spazio dei segnali; Segnalazione ON-OFF; Trasmissione di forme d'onda su canale AWGN; Principali schemi di modulazione numerica; Valutazione approssimata della probabilità di errore; Caratterizzazione spettrale dei segnali modulati numericamente; Confronto tra gli schemi di modulazione numerica; Analisi in banda-base della modulazione numerica passa-banda con ricezione incoerente; Trasmissione numerica su canali a banda limitata; Canale radio; Fading e Diversità

### **Riferimenti bibliografici:**

S. Benedetto, E. Biglieri, V. Castellani, Teoria della Trasmissione Numerica, Jackson. Capitoli 1, 2, 4, 5, 6, 7.

A. Goldsmith, Wireless Communications, Cambridge University Press. Capitoli 1, 3, 5, 6, 7.

A.F. Molisch, Wireless Communications, Wiley. Capitoli 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 13.

J.G. Proakis, Digital Communications, McGraw Hill. Capitoli 1, 4, 5, 9, 14.

## **II PARTE (Teoria dell'Informazione e Codici)**

Introduzione a sorgenti e canali di informazione discreti; Sorgenti discrete senza memoria; Entropia di sorgente per sorgenti senza memoria; **La proprietà di equiripartizione asintotica (AEP); Sequenze tipiche; Sorgenti discrete con memoria; Stazionarietà; Tasso entropico; Catene di Markov; Caratterizzazione delle catene di Markov; Risoluzione di alcuni esempi per la probabilità dello stato stazionario; Entropia delle catene di Markov; Cenni sulle catene di Markov nascoste;**

[PAL (Introduzione; Capitolo 1); COVT (pp. 71-87); BBC (pp. 100-105)]

Introduzione alla codifica di Sorgente; Codici binari e M-ari a lunghezza fissa e variabile; Codici a prefisso; T. di Kraft-McMillan; Il teorema della codifica di sorgente (Primo teorema di Shannon); Algoritmo di Huffman; **Codifica Aritmetica; Codifica Lempel-Ziv; Esempi di codifica;**

[PAL (Capitolo 2); Appunti dalle lezioni]

Introduzione ai canali discreti senza memoria; Probabilità di errore; Il canale binario simmetrico (BSC); Esempi di canali simmetrici; Mutua Informazione; Ambiguità; Proprietà; **Capacità di canale per canali discreti; Il teorema del trattamento dati.**

[PAL (Capitolo 3)]

Introduzione alla codifica di canale; **La disuguaglianza di Fano;** Ricevitore a Massima Verosimiglianza (ML); Il codice a ripetizione; **Schema generale di codifica di canale; Il teorema inverso della codifica di canale; Introduzione intuitiva al teorema della codifica di canale; Il teorema della codifica per il caso binario (Secondo Teorema di Shannon).**

[PAL (Capitolo 4); Appunti dalle lezioni; ABM (pp. 176-184)]

**Codifica di canale binaria; Codici a blocco; Proprietà; Decodifica a sindrome; Codici di Hamming; Codici di Hamming estesi; Codici duali; Altri esempi di codici; Cenni sui codici LDPC; Codici convoluzionali; Rappresentazioni e proprietà di distanza; Algoritmo di Viterbi.**

[BB (pp. 452-476); Appunti dalle lezioni; BB (pp. 532-583)]

(le parti sbiadite sono da considerarsi come richiami di base)

### III PARTE (Elaborazione Numerica dei Segnali)

CAMPIONAMENTO: Il campionamento dei segnali tempo-continuo; Interpolazione polinomiale; La formula di Lagrange; Formula di interpolazione cardinale e campionamento ideale; Errori dovuti all'aliasing.  
[SKL (pp. 59-78; 601-627)]

FILTRI NUMERICI: Generalità sui sistemi lineari tempo-discreto; Richiami sulla Z-trasformata e sulla trasformata di Fourier di una sequenza; Risposta impulsiva; Filtri IIR e FIR; Forma canonica con poli e zeri; Caratterizzazione grafica della risposta armonica; Progetto di filtri IIR mediante piazzamento di poli e zeri; Esempi; Oscillatori sinusoidali numerici;  
[Appunti dalle lezioni; PM (pp. 41-103)(pp. 225-285) (pp. 306-332) (pp. 336-367)]

Progetto di filtri FIR mediante il metodo della finestra; Progetto di filtri FIR simmetrici e antisimmetrici mediante campionamento in frequenza;  
[Appunti dalle lezioni; PM (578-593)]

Progetto di filtri IIR da prototipi analogici; Metodo della approssimazione delle derivate; Metodo della trasformazione bilineare; Metodo dell'invarianza all'impulso; Metodo dell'invarianza al gradino; Metodo dell'invarianza ad un interpolatore generico; Trasformazioni di filtri analogico-analogico; Trasformazioni di filtri numerico-numerico.  
[Appunti dalle lezioni; PM(pp. 618-650); STEH (pp. 232-241)(pp. 403-410 tavole)]

Progetto di filtri mediante il metodo dei minimi quadrati; Sistema solo-poli.  
[Appunti dalle lezioni; PM (pp. 650-665)]

TRASFORMATE DECORRELANTI: Proprietà decorrelanti della Trasformata di Fourier tempo-continuo; Proprietà decorrelanti della trasformata di Fourier tempo-discreto; Proprietà decorrelanti della DFT per sequenze periodiche; Formulazione matriciale della DFT; Proprietà della DFT per matrici circolanti; Trasformate discrete de correlanti; Fattorizzazione di Cholesky; Decomposizione spettrale e DKLT; Proprietà di compattazione dell'energia; Applicazione alla compressione; Genesi delle trasformate coseno e seno; Altre trasformate discrete; Ottimalità della trasformata coseno; La classe di Jain; Trasformate discrete 2D separabili.  
[Appunti dalle lezioni; JAIN (pp. 132-180); STEH (pp.102-112)]

### Riferimenti Bibliografici

[SKL] B.Sklar, *Digital Communications. Fundamentals and Applications*, Prentice Hall, 1988.

[PAL] F. Palmieri, *Lezioni di Telecomunicazioni: Sorgenti e Canali Discreti*, Stampato in proprio, Disponibile in Fotocopia, 2007.

[COVT] T.M. Cover and J.A. Thomas, *Elements of Information Theory*, 2nd Edition, Wiley, 2005.

[BBC] S. Benedetto, E. Biglieri, V. Castellani, *Digital Transmission Theory*, Prentice Hall, 1988.

[ABM] N. Abramson, *Information Theory and Coding*, McGraw Hill, 1963.

[BB] S. Benedetto, E. Biglieri, *Principles of Digital Transmission*, Kluwer, 1999.

[PM] J. G. Proakis, D. G. Manolakis, *Digital Signal Processing, Principles, Algorithms and Applications*, Second Ed., Prentice Hall, 1998.

[JAIN] A. K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, 1989.

[GONZ] R. C. Gonzales, R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Prentice Hall, 2002.

[STEH] S. D. Stearns, D. R. Hush, *Digital Signal Analysis*, II Edition, Prentice Hall, 1990.

[DHS] R. O. Duda, P.E. Stark and D.G. Stork, *Pattern Classification*, 2nd edition, Wiley, 2000.

**Esami:** Una prova scritta e una orale sulle tre parti

**Comunicazioni:** <http://tlc.dii.unina2.it> --- Teaching