



# SUN

---

## FACOLTA' di INGEGNERIA

### SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI

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

A.A. 2010-11 Prof. Francesco Palmieri

Propedeuticità: Probabilità e Informazione; Teoria dei Segnali

**Programma** (aggiornato al 16 febbraio 2011)

#### **I 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; Cenni sui codici concatenati e sugli algoritmi di propagazione delle probabilità per soft-decoding (turbo decoding).**

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

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

## **II PARTE (Elaborazione Numerica dei Segnali)**

**CAMPIONAMENTO E QUANTIZZAZIONE:** Il campionamento dei segnali tempo-continuo; Interpolazione polinomiale; La formula di Lagrange; La formula di Newton; Formula di interpolazione cardinale e campionamento ideale; Il problema della quantizzazione; Quantizzazione uniforme; Rumore granulare e rumore di sovraccarico; Il quantizzatore ottimo di Max-Lloyd; Compressione e espansione ( $\mu$ -Law e A-Law)  
[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; Approssimazione di Padè; Filtro solo-poli; Approssimazione zeri-poli; Metodo di Shank.  
[Appunti dalle lezioni; PM (pp. 650-665)]

**ELEMENTI DI ELABORAZIONE DELLE IMMAGINI:** Introduzione alla percezione delle immagini e dei colori; L'equazione del color-matching; Il sistema RGB e il sistema LIQ; Regolazione del contrasto; La trasformata di Fourier bidimensionale; Proprietà ed esempi; Convoluzione bidimensionale e sfocatura; Campionamento bidimensionale; Convoluzione bidimensionale discreta; Filtri lineari 2D (maschere di convoluzione); Trasformata di Fourier discreta 2D; Calcolo della DFT in due dimensioni.  
[Appunti dalle lezioni; JAIN (pp. 49-65) (pp. 132-180)]

**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 decorrelanti; 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)]

ELEMENTI DI PATTERN RECOGNITION: Introduzione al problema della classificazione; Decisione MAP per due classi; Caso monodimensionale e bidimensionale; Decisione MAP per M classi; Caso di verosimiglianze gaussiane; Analisi per casi specifici di struttura di covarianza; Applicazione alla modulazione numerica; Schema generale di modulazione numerica senza memoria; Analisi del ricevitore ottimo e delle prestazioni per un esempio di modulazione QPSK; Formulazione generale del problema della classificazione con il rischio di Bayes; Caso binario; Il criterio Minimax; Curve ROC. [Appunti dalle lezioni; BB (pp 69-76) (pp 90-92)(pp 159-183); DHS (Capitoli 1 e 2)]

### 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

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