

Programma del corso di  
**Trasmissioni Numeriche e Laboratorio**  
a.a. 2013-2014

Prof. Gianmarco Romano

**Introduzione.** Sistemi di trasmissioni numeriche. Modello OSI. Livello fisico e MAC. Canali di telecomunicazione e loro caratteristiche. Modelli matematici di canale. Rappresentazione dei segnali passa-banda. Involuppo complesso. Rappresentazione dei segnali nello spazio di Hilbert. [1]

**Trasmissione su canale AWGN.** Modulazione lineare senza memoria. Segnale PAM. Codifica di linea. Segnale PSK. Segnale QAM. Architettura del modulatore numerico. Spettro di potenza di segnali PAM. Efficienza spettrale. Impulso base NRZ, RZ, Manchester (MAN), mezzo seno, coseno rialzato. Modulazione non lineare, ortogonale, senza memoria. Il segnale FSK. Modulazione OFDM. Architettura del modulatore OFDM. Ricevitore ottimo su canale AWGN. Banco di correlatori. Il filtro adattato. Il ricevitore ottimo. Prestazioni del ricevitore ottimo per modulazioni senza memoria: M-PAM, M-QAM, M-PSK, M-FSK. Ricevitore per segnali OFDM. [1] [2]

**Trasmissione su canale AWGN a banda limitata.** Interferenza intersimbolica. Il criterio di Nyquist per ISI nulla. Il coseno rialzato.

**Sincronizzazione.** Il problema della fase in ricezione. Effetto dell'incertezza di fase sul segnale ricevuto. Ricezione incoerente. Ricevitore incoerente per M-FSK. Modulazione differenziale per la ricezione incoerente. Stima della fase della portante a massima verosimiglianza (ML). Algoritmo della potenza M-sima. Il phase-locked-loop (PLL). Decision-Directed loops. Non-Decision-Directed Loops. Sincronizzazione di timing per simbolo a massima verosimiglianza. Stima Non-Decision-Directed. [1]

**Codifica di canale.** Rivelazione e correzione di errore. Strategie ARQ e FEC. Codici a blocco lineari. Matrice generatrice. Matrice di controllo di parità. Sindrome. Tabella canonica. Distanza minima. Capacità di rivelazione e correzione di errore. Codici di Hamming. Codici duali. Codici a massima lunghezza. Codici di Reed-Muller. Codici ciclici. Polinomio generatore. Codificatore sistematico. Sindrome polinomiale. Rivelazione di errore. Codici convoluzionali. Diagramma a stati. Diagramma a trellis. Distanza colonna. Distanza libera. Algoritmo di Viterbi. [2] [1]

**Canali multipath con fading.** Caratterizzazione dei canali multipath con fading. Funzioni di correlazione del canale. Spettri di potenza. Modelli statistici per i canali con fading. Segnalazione binaria su canali non selettivi in frequenza e a fading lento. [1]

**Simulazioni di sistemi di telecomunicazioni.** Modelli simulink per la simulazione ed implementazione del livello fisico di sistemi di trasmissione numerica. Architettura del modulatore e demodulatore numerico. Modelli simulink per i principali schemi di modulazione numerica lineare. Curve di BER. Simulazione del canale AWGN e canali multipath con fading lento non selettivi in frequenza. [3] [4] [5]

## Riferimenti

[1] J. G. Proakis and M. Salehi, *Digital communications*. McGraw-Hill, 2008.

[2] S. Benedetto, E. Biglieri, and V. Castellani, *Teoria della trasmissione numerica*. Jackson Libri, 1990, p. 720.

[3] M. Rice, *Digital communications: a discrete-time approach*. Prentice Hall, 2009, p. 778.

[4] C. Richard Johnson, Jr., W. A. Sethares, and A. G. Klein, *Software Receiver Design: Build Your Own Digital Communication System in Five Easy Steps*. Cambridge University Press, 2011.

[5] *Manuali di Matlab e Simulink*. .