

Programma del corso di  
**Trasmissioni Numeriche**  
a.a. 2010-2011

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 di segnali passa-banda. Rappresentazione dei segnali nello spazio di Hilbert. Metodo di ortonormalizzazione di Gram-Schmidt. [1]

**Modulazione.** 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). Modulazione lineare con memoria. Modulazione differenziale. Modulazione non lineare, ortogonale, senza memoria. Il segnale FSK. Modulazione OFDM. [1] [2]

**Demodulazione.** 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. Union bound. Ricevitore OFDM. Interferenza intersimbolica. Criterio di Nyquist per ISI nulla. [1] [2]

**Codifica di canale.** Modelli di canali e capacità di canale. Secondo teorema di Shannon. Capacità del canale AWGN. 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. Bound sulla distanza minima e sulla probabilità di errore. Codici convoluzionali. Diagramma a stati. Diagramma a trellis. Distanza colonna. Distanza libera. Funzione di trasferimento. Algoritmo di Viterbi. [3] [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. Tecniche di diversità. Cenni ai sistemi multiantenna (MIMO). [1] [4] [5]

**Parte esercitativa:**

**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. [2] [4]

**Riferimenti**

[1] J.G. Proakis, *Digital communications*, McGraw-Hill, 2001.

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

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

[4] *Manuali di Matlab e Simulink*.