

Testi del Syllabus

Resp. Did.	MIGLIORATI PIERANGELO	Matricola: 001908
Docente	MIGLIORATI PIERANGELO, 6 CFU	
Anno offerta:	2020/2021	
Insegnamento:	A000346 - DIGITAL MODULATION AND CHANNEL CODING	
Corso di studio:	05812 - COMMUNICATION TECHNOLOGIES AND MULTIMEDIA - TECNOLOGIE DELLE COMUNICAZIONI E MULTIMEDIA	
Anno regolamento:	2020	
CFU:	6	
Settore:	ING-INF/03	
Tipo Attività:	B - Caratterizzante	
Anno corso:	1	
Periodo:	primo semestre	



Testi in italiano

Lingua insegnamento	Inglese
Contenuti	<p>Introduzione Struttura del corso e modalità d'esame.</p> <p>Trasmissione in presenza di rumore gaussiano bianco (AWGN) Modello di un sistema di trasmissione numerica. Struttura del ricevitore ottimo e calcolo delle prestazioni.</p> <p>Tecniche di modulazione a fase continua, a spettro espanso, multiportante (CPM, DSSS, OFDM) Modulazione numerica di frequenza a fase continua (CPM). Modulazioni a risposta totale e risposta parziale. Ricevitore ottimo e ricevitori semplificati. Spettro del segnale CPM. Modulazioni di interesse pratico (GMSK, TFM). Modulazione (ed accesso multiplo) a spettro espanso (DSSS, CDMA). Sistemi di trasmissione multiportante (OFDM). Schema a blocchi del sistema di rice-trasmissione. Effetti delle non-linearità. Esempi di sistemi di trasmissione di ultima generazione</p> <p>Codici Lineari a Blocco Codici lineari, matrice generatrice, matrice di parità, sindrome. Distanza geometrica e distanza di Hamming. Capacità di correzione e di rivelazione. Codici di Hamming. Decodifica hard e soft, a massima verosimiglianza e bit a bit, probabilità d'errore su blocco e su bit. Codici ciclici. Rappresentazione polinomiale. Tecniche elementari di decodifica. Calcolo delle prestazioni. Esempi: Codici BCH e Reed-Solomon. Tecniche di interleaving per la correzione di errori burst.</p> <p>Codici Convoluzionali Registro a scorrimento e generazione del traliccio. Decodifica a massima verosimiglianza e algoritmo di Viterbi. Calcolo delle prestazioni.</p> <p>Turbo Codici Collocazione storica. Concatenazione parallelo di codici convoluzionali</p>

recursivi sistematici. Fattore estrinseco e decodifica iterativa. Waterfall e Error Floor, effetti dell'interleaver. Analisi della convergenza della decodifica iterativa e caratteristica EXIT. Scelta dei codici componenti.

Codici di Parità a Bassa Densità (LDPC)

Cenni storici. Struttura della matrice di parità. Grafo di Tanner e decodifica Soft Input-Soft-Output di codici a parità semplice. Decodifica iterativa e message passing. Analisi della convergenza tramite EXIT. Esempi.

Esempi di sistemi di trasmissione moderni

GSM, UMTS, LTE, xDSL, DPL, DAB, DVB, WiMax, WiFi, Software Radio, Cognitive Radio, MIMO Systems, UWB, RFID, Domotic Applications, Wireless communications in the Smart Cities, etc.

Libri di testo/Libri consigliati (vedere “?” al fine dell’acquisizione dei libri allo SBA)

Simon Haykin, Communication Systems, 4th ed., Wiley, 2001

J. G. Proakis, Digital Communications, McGraw-Hill.

S. Benedetto, E. Biglieri, Principles of Digital Transmission, Kluwer Academic-Plenum Publishers.

S. Bellini, Trasmissione numerica, CUSL, 1996.

S. Bellini, Teoria dell’informazione e codici, disponibile in rete.

Obiettivi formativi

Il corso approfondisce la conoscenza degli algoritmi utilizzati nei moderni sistemi di trasmissione numerica, con particolare riguardo alle tecniche più recenti di modulazione e codifica di canale. Vengono inoltre presentati ed analizzati alcuni dei sistemi di trasmissione di più recente introduzione (WiFi, WiMax, Digital Power Lines, Terrestrial Digital Video Broadcasting, etc.).

Prerequisiti

Trasformata di Fourier.

Concetti base di probabilità, variabili aleatorie, algebra lineare.

Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni.

Altre informazioni

No.

Modalità di verifica dell'apprendimento

Esame scritto e orale

Programma esteso

Introduzione

Struttura del corso e modalità d'esame.

Trasmissione in presenza di rumore gaussiano bianco (AWGN)

Modello di un sistema di trasmissione numerica.

Struttura del ricevitore ottimo e calcolo delle prestazioni.

Tecniche di modulazione a fase continua, a spettro espanso, multiportante (CPM, DSSS, OFDM)

Modulazione numerica di frequenza a fase continua (CPM). Modulazioni a risposta totale e risposta parziale. Ricevitore ottimo e ricevitori semplificati. Spettro del segnale CPM. Modulazioni di interesse pratico (GMSK, TFM).

Modulazione (ed accesso multiplo) a spettro espanso (DSSS, CDMA).

Sistemi di trasmissione multiportante (OFDM). Schema a blocchi del sistema di rice-trasmissione. Effetti delle non-linearità.

Esempi di sistemi di trasmissione di ultima generazione

Codici Lineari a Blocco

Codici lineari, matrice generatrice, matrice di parità, sindrome. Distanza geometrica e distanza di Hamming. Capacità di correzione e di rivelazione. Codici di Hamming. Decodifica hard e soft, a massima verosimiglianza e bit a bit, probabilità d'errore su blocco e su bit.

Codici ciclici. Rappresentazione polinomiale. Tecniche elementari di decodifica. Calcolo delle prestazioni. Esempi: Codici BCH e Reed-

Solomon. Tecniche di interleaving per la correzione di errori burst.

Codici Convoluzionali

Registro a scorrimento e generazione del traliccio. Decodifica a massima verosimiglianza e algoritmo di Viterbi. Calcolo delle prestazioni.

Turbo Codici

Collocazione storica. Concatenazione parallelo di codici convoluzionali recursivi sistematici. Fattore estrinseco e decodifica iterativa. Waterfall e Error Floor, effetti dell'interleaver. Analisi della convergenza della decodifica iterativa e caratteristica EXIT. Scelta dei codici componenti.

Codici di Parità a Bassa Densità (LDPC)

Cenni storici. Struttura della matrice di parità. Grafo di Tanner e decodifica Soft Input-Soft-Output di codici a parità semplice. Decodifica iterativa e message passing. Analisi della convergenza tramite EXIT. Esempi.

Esempi di sistemi di trasmissione moderni

GSM, UMTS, LTE, xDSL, DPL, DAB, DVB, WiMax, WiFi, Software Radio, Cognitive Radio, MIMO Systems, UWB, RFID, Domotic Applications, Wireless communications in the Smart Cities, etc.



Testi in inglese

Teaching language

English

Content

Introduction.
Course structure.

Modulation and demodulation for the AWGN channel

Characterization of signals and noise waveforms.

Modulation and demodulation for the Additive White Gaussian Noise channel (AWGN).

The optimal receiver for the AWGN channel.

Performance estimation. The Union bound. Examples.

Digital Modulation Systems (OFDM, CPM, DSSS)

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM). Transmitter and receiver. Channel equalization in the frequency domain. Effects of non-linearities. Examples of applications of OFDM.

Continuous Phase Modulation techniques (CPM). Full and partial response CPM. Optimal and simplified receivers. Power spectrum estimation. Practical examples (GMSK, TFM, ...).

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) Modulation and Code Division Multiple Access (CDMA) techniques.

Block and Convolutional Linear Codes

Linear block codes.

The generation matrix and the parity check matrix. Cyclic codes. Hard and soft decision decoding. Performance evaluation. Burst error correction. Examples.

Convolutional codes.

Definition. Optimum decoding. The Viterbi algorithm. Performance evaluation. Classic concatenated codes. Examples.

Recent trends in channel coding

Turbo codes.

Low Density Parity Check codes.

Examples.

Examples of modern communications systems

GSM, UMTS, LTE, xDSL, DPL, DAB, DVB, WiMax, WiFi, Software Radio,

	Cognitive Radio, MIMO Systems, UWB, RFID, Domotic Applications, Wireless communications in the Smart Cities, etc.
Recommended Bibliography	Simon Haykin, Communication Systems, 4th ed., Wiley, 2001 J. G. Proakis, Digital Communications, McGraw-Hill. S. Benedetto, E. Biglieri, Principles of Digital Transmission, Kluwer Academic-Plenum Publishers. S. Bellini, Trasmissione numerica, CUSL, 1996. S. Bellini, Teoria dell'informazione e codici, free available in web.
Educational Goals	The aim of this course is the analysis of the principal error control coding techniques and digital modulation techniques used in the modern communication systems (WiFi, WiMax, Digital Power Lines, Terrestrial Digital Video Broadcasting, etc.).
Preliminary Requirements	Fourier transform. Basic Concepts of Probability and Random Variables. Basic concepts of linear algebra.
Teaching Methods	Lessons and examples.
Other Information	No.
Assessment Methods	Written and Oral examination.
Extended Syllabus	<p>Introduction. Course structure.</p> <p>Modulation and demodulation for the AWGN channel Characterization of signals and noise waveforms. Modulation and demodulation for the Additive White Gaussian Noise channel (AWGN). The optimal receiver for the AWGN channel. Performance estimation. The Union bound. Examples.</p> <p>Digital Modulation Systems (OFDM, CPM, DSSS) Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM). Transmitter and receiver. Channel equalization in the frequency domain. Effects of non-linearities. Examples of applications of OFDM. Continuous Phase Modulation techniques (CPM). Full and partial response CPM. Optimal and symplified receivers. Power spectrum estimation. Practical examples (GMSK, TFM, ...). Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) Modulation and Code Division Multiple Access (CDMA) techniques.</p> <p>Block and Convolutional Linear Codes Linear block codes. The generation matrix and the parity check matrix. Cyclic codes. Hard and soft decision decoding. Performance evaluation. Burst error correction. Examples. Convolutional codes. Definition. Optimum decoding. The Viterbi algorithm. Performance evaluation. Classic concatenated codes. Examples.</p> <p>Recent trends in channel coding Turbo codes. Low Density Parity Check codes. Examples.</p> <p>Examples of modern communications systems GSM, UMTS, LTE, xDSL, DPL, DAB, DVB, WiMax, WiFi, Software Radio, Cognitive Radio, MIMO Systems, UWB, RFID, Domotic Applications, Wireless communications in the Smart Cities, etc.</p>