



INSEGNAMENTO: COMUNICAZIONI ELETTRICHE

DOCENTE: Manlio Tesauro, Luciano Garramone

e-mail: manlio.tesauro@unibas.it, lgarramone@gmail.com

Lingua di insegnamento	Italiano
------------------------	----------

n. CFU: 15	A.A.: 2013-2014	sede: Potenza	Semestre: annuale
------------	-----------------	---------------	-------------------

CONTENUTI

Modulo didattico 1: Teoria dei Segnali Aleatori (6 CFU)

Segnali aleatori a tempo continuo. Introduzione alle telecomunicazioni via satellite.

Modulo didattico 2: Modulazioni Analogiche e Numeriche (9 CFU)

Linee di trasmissione, propagazione in spazio libero, rappresentazione di segnali e sistemi passa banda, modulazione d'ampiezza, modulazione angolare, il rumore nella comunicazione analogica, elementi di teoria dell'informazione, modulazione impulsiva, la multiplexazione a divisione di tempo, trasmissione dati in banda base, modulazione numerica in canali passa banda, il rumore nella comunicazione numerica.

METODI DIDATTICI

Lezioni frontali ed esercitazioni.

TESTI DI RIFERIMENTO

- M. Luise, G. M. Vitetta: Teoria dei segnali
 - Dispense distribuite dal docente.
 - Leon W. Couch II, "Fondamenti di Telecomunicazioni", Apogeo.
 - S. Benedetto, E. Biglieri, V. Castellani, "Teoria della trasmissione numerica", gruppo Editoriale Jakson, 1990. (per consultazione).
-

OBIETTIVI FORMATIVI

Lo scopo del corso è quello di fornire gli elementi essenziali per l'analisi dei segnali aleatori, una introduzione alle telecomunicazioni via satellite, la conoscenza degli argomenti di base relativi alla trasmissione di segnali analogici e numerici ed elementi di teoria dell'informazione.

PREREQUISITI

Conoscenza delle metodologie e delle tecniche apprese nei corsi di matematica e fisica di base, di elettrotecnica, segnali e sistemi e elettronica.

MODALITA' DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

L'esame si articola in un'apriva scritta ed una prova orale per ciascuno dei due moduli.

PROGRAMMA ESTESO

Modulo didattico 1: Teoria dei Segnali Aleatori (6 CFU)

Dai segnali determinati ai segnali aleatori: definizione di processo aleatorio a tempo continuo; processi parametrici; caratterizzazione statistica di un processo aleatorio a tempo continuo. **Indici statistici del primo e secondo ordine di un processo aleatorio a tempo continuo:** Funzioni valor medio, potenza, varianza; funzioni di autocorrelazione e autocovarianza. **Processi aleatori a tempo continuo stazionari:** stazionarietà in senso stretto; stazionarietà in senso lato; proprietà della funzione di autocorrelazione di un processo a tempo continuo stazionario in senso lato. **Filtraggio di un segnale aleatorio a tempo continuo:** relazione ingresso-uscita tra le statistiche semplificate; filtraggio di un processo aleatorio stazionario in senso lato. **Densità spettrale di potenza di un processo a tempo continuo stazionario:** definizione e teorema di Wiener-Khinchine; filtraggio di un processo aleatorio e densità spettrale di potenza; processo di rumore bianco; banda equivalente di rumore di un filtro. **Processi aleatori Gaussiani a tempo continuo:** definizione e principali proprietà; filtraggio dei processi Gaussiani. **Processi a tempo continuo ergodici:** ergodicità del valore medio; ergodicità della funzione di autocorrelazione; ergodicità in senso stretto. **Introduzione alle telecomunicazioni via satellite:** leggi di Keplero, orbita bassa (LEO), orbita media (MEO), orbita geosincrona, orbita geostazionaria (GEO). **Definizioni relative ad una missione spaziale:** segmento di volo, segmento di terra, principali parti di un satellite. **Il Payload di un satellite:** varie tipologie di payload, il payload di un satellite di telecomunicazione. **Il segmento di terra:** i principali sottosistemi del segmento di terra; le antenne del segmento di terra e del satellite, parametri che influiscono sulle ricetrasmissioni fra la terra ed il satellite; il link budget relativo ad un collegamento terra satellite.



Modulo didattico 2: Modulazioni Analogiche e Numeriche (9 CFU)

Concetti generali: Schemi a blocchi di un sistema di trasmissione analogico e numerico, La propagazione delle onde elettromagnetiche, Le linee di trasmissioni: doppini, cavi coassiali, guide d'onda e fibre ottiche, La propagazione in spazio libero: onda di terra di cielo e LOS, Bilancio energetico di un collegamento, Rumore bianco, Banda equivalente di rumore, Calcolo nel caso di filtro RC, Rapporto segnale rumore all'uscita di un filtro RC, Temperatura equivalente di rumore, Cifra di rumore, Connessione in cascata di circuiti a due porte

Rappresentazione dei segnali e sistemi passa banda: Segnali passa banda: rappresentazione in termini di segnale analitico e componenti in seno e coseno, Traformata di Hilbert e filtro trasformatore, Valutazione dell'equivalente passa basso a partire dal segnale passa banda nel tempo e in frequenza, Valutazione del segnale passa banda a partire dall'equivalente passa basso nel tempo e in frequenza, Spettro dei segnali passa banda e densità spettrale di potenza, Filtri passa banda: equivalente in banda base di un filtro, Distorsioni lineari e condizioni per avere un sistema passa banda non distorcente: ritardo di fase e di inviluppo, Approssimazione banda stretta, Canale di comunicazione wireless, Modello di canale affetto da percorsi multipli, Canale selettivo in frequenza e canale piatto in frequenza: il fading flat, Spettro doppler: fading flat-flat.

Modulazione d'ampiezza: Modulazione analogica AM convenzionale: segnale nel tempo e in frequenza.

Profondità di modulazione ed efficienza. Calcolo della potenza associata al segnale e alla portante.

Trasmettitori AM. Il mixer e sue realizzazioni a trasconduttanza variabile, con dispositivo non lineare e con switch. Mixer sbilanciato e bilanciato. Demodulatore sincrono e demodulatore di inviluppo. Modulazione a doppia banda laterale con portante soppressa e modulazione a singola banda laterale con portante soppressa: segnali nel dominio del tempo e in frequenza.

La moltiplicazione a divisione di frequenza. La modulazione a banda vestigiale.

Modulazione angolare: Modulazione di fase e di frequenza. Deviazione di fase (PM) e di frequenza (FM), indice di modulazione di fase e frequenza. Calcolo della banda per un segnale modulato PM e FM nel caso di modulante sinusoidale. La modulazione FM a banda stretta e a banda larga. Effetto delle non linearità sulla modulazione FM. Il moltiplicatore di frequenza: modulatori FM diretti e indiretti. Demodulazione di un segnale FM mediante conversione FM-AM. La modulazione FM stereo: modulatore e demodulatore stereo. Circuiti per la sincronizzazione della fase della portante: l'anello ad aggancio di fase (PLL). Funzionamento in presenza di un dissincronismo di fase e di frequenza. Effetto del filtro d'anello. Il PLL come rivelatore FM.

Il rumore nella comunicazione analogica: Processi aleatori passa banda e loro proprietà. Prestazioni delle modulazioni analogiche: rapporto segnale rumore in uscita ad un demodulatore sincrono AM, DSB-SC, SSB-SC, PM e FM. Enfasi e pre-enfasi nella modulazione FM. Confronto delle prestazioni dei sistemi di trasmissione analogici.

Elementi di teoria dell'informazione: Misura dell'informazione ed entropia. Autoinformazione ed entropia.

Proprietà dell'entropia. Entropia congiunta. Sorgenti di informazione. Entropia di sorgente. Tasso d'informazione di una sorgente. Sorgenti discrete senza memoria (DMS). Codifica di sorgente. Codici per la compattazione dati. Codici a lunghezza fissa e a lunghezza variabile. Codici univocamente decifrabili.

Codici a prefisso. Condizioni per l'univoca decifrabilità. Efficienza dei codici per la compattazione dati.

Codici di Shannon. Codifica a blocchi e primo teorema di Shannon. Efficienza dei codici a lunghezza fissa.

Codici di Huffman.

Modulazione impulsiva: Modulazione impulsiva d'ampiezza. Modulazione impulsiva di posizione.

Modulazione impulsiva codificata. Modulazione delta. Il cimatore. Definizione del fattore di carico e

valutazione della probabilità di sovraccarico. Il quantizzatore, il rapporto segnale rumore di quantizzazione.

Progetto di un quantizzatore uniforme. Il quantizzatore non uniforme: il compandor e la legge μ e la legge A.

Modulazione impulsiva a codifica differenziale

La moltiplicazione a divisione di tempo: La trasmissione Pulse Coded Modulation (PCM). Generazione del segnale PCM e valutazione dell'occupazione di banda. Sistemi multiplex europei e nord-americani: formati di trama e supertrama. Il sincronismo nei sistemi multiplex. L'allineamento di trama e il suo recupero.

Moltiplicazione numerica sincrona e asincrona. Principio della giustificazione di bit. Gerarchie PDH europea, giapponese, nord-americana.

Trasmissione dati in banda base: Calcolo della funzione di autocorrelazione e della densità spettrale di potenza per un segnale di tipo PAM. Segnali binari unipolari, polari con impulsi di tipo non ritorno a zero

(NRZ) e con ritorno a zero (RZ): densità spettrale di potenza. Codifica di linea e codifica AMI e densità

spettrale di potenza di un segnale AMI. Codifica di linea Manchester. Rappresentazione di forme d'onda:

espansione ortonormale. Struttura del ricevitore mediante correlatori e filtri adattati. Equivalente vettoriale



del sistema di trasmissione numerica. Occupazione di banda e teorema della dimensionalità. Segnalazione multilivello. Efficienza spettrale. Segnalazione con impulsi di tipo sinc. Interferenza intersimbolica (ISI). Condizione di Nyquist per ISI nulla. Impulsi a spettro a coseno rialzato. Ottimizzazione dei filtri in trasmissione e ricezione. L'equalizzatore del canale. Trasmissione numerica sequenziale. Modulazione numerica in canali passa banda: Modulazioni digitali binarie coerenti: modulazione OOK, BPSK, DPSK, FSK. Modulazioni digitali binarie non coerenti. Modulazioni digitali multilivello: QPSK, MSK, MPSK, QAM, efficienza spettrale. Tecnologie Spread Spectrum (FHSS e DSSS). Il rumore nella comunicazione numerica: Il filtro adattato. Probabilità di errore delle segnalazioni binarie. Prestazioni dei sistemi binari in banda base. Rivelazione coerente di segnali passa-banda binari. Rivelazione incoerente di segnali passa-banda binari. Confronto tra i vari sistemi di trasmissione digitali. Rapporto segnale rumore di uscita nei sistemi PCM. Codifica a protezione di errore: codici a blocco e codici convoluzionali, interallacciamento e calcolo delle prestazioni.

ALTRE INFORMAZIONI



COURSE: ELECTRICAL COMMUNICATIONS

TEACHER: Manlio Tesauro, Luciano Garramone

e-mail: manlio.tesauro@unibas.it, lgarramone@gmail.com

LANGUAGE Italian

ECTS: 15	ACADEMIC YEAR: 2013-2014	Campus: Potenza	Semester: annual
----------	--------------------------	-----------------	------------------

TOPICS

Module 1: Random Signals Theory (6 ECTS)

Continuous stochastic processes; Introduction to satellite communications.

Module 2: Analog and Digital Modulation (9 ECTS)

Transmission media, bandpass signals and systems, analog modulation techniques, fundamentals of information theory, digital modulation techniques.

TEACHING METHODS

Lectures and development of numerical case studies.

TEXTBOOKS

- M. Luise, G. M. Vitetta: Teoria dei segnali
- Lecture notes provided by the teacher.
- Leon W. Couch II, "Fondamenti di Telecomunicazioni", Apogeo.
- S. Benedetto, E. Biglieri, V. Castellani, "Teoria della trasmissione numerica", gruppo Editoriale Jakson, 1990.

LEARNING OUTCOMES

Main purpose of the course is the introduction to random signals, satellite communications, techniques used to transmit analog and digital signals, as well as to provide elements of information theory.

REQUIREMENTS

Knowledge of the methodologies and skills learned in the mathematics, physics, circuits, signals and systems and electronics courses.

EVALUATION METHODS

Written and oral examination.

DETAILED CONTENT

Module 1: Random Signals Theory (6 ECTS)

Deterministic and random signals: definition, stochastic processes; statistics of a continuous stochastic process. **Statistical index of a continuous stochastic process (first and second order):** Mean value, variance, autocorrelation and autocovariance. **Continuous stationary stochastic processes:** strict sense stationarity, wide sense stationarity, properties of the autocorrelation function of a wide sense stochastic process. **Filtering of a continuous stochastic process:** relation input-output between the simplified statistics; Filtering of a wide sense stationary continuous stochastic process. **Power spectral density of a stationary continuous stochastic process:** definition and Wiener-Khinchine theorem; Filtering of a continuous stochastic process, spectral power density; white noise process; equivalent noise band of a filter. **Continuous Gaussian stochastic processes:** definition and main characteristics, filtering of the Gaussian processes. **Continuous ergodic processes:** ergodicity of the mean value, ergodicity of the autocorrelation function; strict sense ergodicity. **Introduction to the satellite communication:** Kepler laws; Low Earth Orbit, Medium Earth Orbit, Geostationary orbit. **Definitions relevant to a space mission:** space segment, ground segment, subsystems of a satellite. **Payload of a satellite:** definition of payload, examples, payload of a satellite communication. **Ground Segment:** subsystems of the ground system, antennas, factors affecting the communications between the ground and the satellite; link budget.

Module 2: Analog and Digital Modulation (9 ECTS)

Transmission media, bandpass signals and systems, analog modulation techniques, fundamentals of information theory, digital modulation techniques.

FURTHER INFORMATION



Università degli Studi della Basilicata
Scuola di Ingegneria