



UNIVERSITÀ DI PISA

ANALISI E SIMULAZIONE DI SEGNALI ALEATORI

FULVIO GINI

Anno accademico	2020/21
CdS	INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI
Codice	565II
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
ANALISI E SIMULAZIONE DI SEGNALI ALEATORI	ING-INF/03	LEZIONI	60	FULVIO GINI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

L'insegnamento tratta i temi basilari della teoria dei processi aleatori di interesse per l'ingegneria delle telecomunicazioni. Lo scopo è quello di far acquisire allo studente familiarità con la caratterizzazione, la simulazione e l'analisi statistica di fenomeni aleatori. Alcuni crediti formativi sono dedicati all'attività di laboratorio informatico, mirata all'acquisizione di ulteriori conoscenze nell'ambito della simulazione e dell'analisi statistica di fenomeni aleatori, mediante l'uso del linguaggio Matlab. A tale attività saranno dedicate sette esercitazioni sperimentali per un totale di circa 22 ore.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Conoscenze di base di analisi, di teoria dei segnali determinati, di teoria della probabilità e delle variabili aleatorie, come impartite nei corsi precedenti.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

VARIABILI ALEATORIE: Momenti ordinari e momenti centrali, skewness e kurtosis e loro utilizzo per la caratterizzazione di variabili aleatorie non gaussiane, funzione caratteristica, teorema dei momenti, teorema di De Moivre-Laplace.

SISTEMI DI VARIABILI ALEATORIE: Sistemi di v.a., vettori aleatori. Vettore valor medio e matrice di covarianza. Variabili casuali continue: funzione densità di probabilità congiunta. Variabili casuali discrete: funzione massa di probabilità congiunta. Distribuzioni condizionate. Medie e varianze condizionate. Vettori Gaussiani e loro proprietà. Generatori di variabili aleatorie, indipendenti e correlate. Analisi dell'istogramma.

FUNZIONI DI VARIABILI ALEATORIE: Funzioni di due v.a. Teorema fondamentale per le trasformazioni di vettori aleatori. Trasformazioni lineari di vettori Gaussiani. Legge dei grandi numeri e Teorema-Limite Centrale. Misura della probabilità di un evento. Misura di un segnale immerso in rumore, simulazione dell'algoritmo di misura e analisi delle prestazioni mediante metodo Monte-Carlo.

PROCESSI STOCASTICI TEMPO-DISCRETI: Definizione di processo aleatorio e sua caratterizzazione. Descrizione in potenza di un processo. Funzione di autocorrelazione (ACF) e di cross-correlazione, funzione di autocovarianza (ACV), densità spettrale di potenza (PSD). Concetto di ergodicità, condizioni necessarie e sufficienti per l'ergodicità in media. Trasformazioni lineari e non lineari di processi casuali. Processi gaussiani. Campionamento uniforme di processi tempo-continui. Processo di rumore bianco tempo-discreto. Processo auto-regressivo del primo ordine e processo a media mobile del primo ordine. Analisi mediante simulazione delle principali caratteristiche di modelli di processi aleatori di interesse applicativo e stima delle statistiche per l'analisi in potenza, sia nel dominio del tempo che della frequenza.

Bibliografia e materiale didattico

- Luise e G. M. Vitetta: *Teoria dei Segnali*, 3a edizione, McGraw-Hill Italia, 2009.
- Kay: [Intuitive Probability And Random Processes Using Matlab](#), Springer, 2005.

Modalità d'esame

Prova scritta, prova Matlab e prova orale.

Modalità di iscrizione: elettronica, attraverso il sito <http://servizi.ing.unipi.it>, almeno un giorno prima della prova scritta.