



# 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.