UNIVERSITÀ DI PISA

SEGNALI ALEATORI

FABRIZIO LOMBARDINI

Academic year	2020/21
Course	INGEGNERIA ELETTRONICA
Code	803II
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
SEGNALI ALEATORI	ING-INF/03	LEZIONI	60	FABRIZIO LOMBARDINI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Il corso fornisce le nozioni fondamentali di teoria della probabilità, variabili aleatorie e segnali stocastici, e gli strumenti matematici utilizzati per l'analisi del loro filtraggio, ovvero le basi della modellistica statistica, trasversale nelle ingegnerie e nella fisica e di uso anche in ingegneria elettronica. Tra gli argomenti del corso ci sono i concetti di probabilità, la caratterizzazione statistica completa delle variabili aleatorie mediante la loro funzione di distribuzione o mediante la densità di probabilità, gli indici statistici quali il valor medio e la varianza, lo studio di trasformazioni di variabili aleatorie, i sistemi di variabili ovvero vettori aleatori, la funzione di autocorrelazione e la densità spettrale di potenza di segnali aleatori a tempo continuo, ed il loro filtraggio tramite sistemi lineari tempo-invarianti.

Modalità di verifica delle conoscenze
La verifica delle conoscenze sarà effettuata coinvolgendo gli studenti con delle domande durante lo svolgimento delle lezioni, e durante i ricevimenti individuali.

Capacità
Alla fine del corso, gli studenti dovrebbero:
aver compreso i concetti di esperimento aleatorio, variabile aleatoria, distribuzione di probabilità, il significato di indici statistici quali valor medio e varianza;
aver compreso il concetto di indipendenza statistica di eventi e di variabili aleatorie, e quello di condizionamento;
aver compreso il concetto di correlazione tra variabili aleatorie, di covarianza e di coefficiente di correlazione;
aver compreso il concetto di segnale aleatorio, e la sua descrizione in potenza mediante valor medio e funzione di autocorrelazione (nel dominio del tempo) o mediante densità spettrale di potenza (nel dominio della frequenza);
aver acquisito conoscenze riguardo al filtraggio di segnali aleatori (mediante sistemi a tempo continuo lineari tempo-invarianti).

Modalità di verifica delle capacità
Le capacità acquisite dallo studente saranno verificate mediante esercizi che il docente suggerirà di svolgere agli studenti, le cui soluzioni saranno disponibili nel materiale didattico fornito, in modo da fornire agli studenti gli strumenti per giudicare il loro livello di preparazione e sensibilizzarli a seguire il corso in maniera attiva.

Comportamenti
Gli studenti potranno acquisire e sviluppare rigore metodologico e scientifico, insieme alla capacità di analizzare criticamente le soluzioni dei problemi individuando i pro e i contro dei procedimenti adottati.

Modalità di verifica dei comportamenti
La verifica dei comportamenti degli studenti avverrà in aula durante le lezioni frontali, attraverso domande a loro rivolte su temi specifici.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Allo studente si richiedono solide basi di analisi matematica (in particolare calcolo differenziale ed integrale), conoscenze di base di algebra lineare (vettori, matrici), e familiarità con i principi dell'analisi di Fourier e del filtraggio dei segnali deterministici a tempo continuo, in particolare mediante sistemi lineari tempo-invarianti (propedeuticità: Segnali Deterministici).

Programma (contenuti dell'insegnamento)
Elementi di teoria della probabilità: esperimenti aleatori, concetto di evento, definizione di probabilità e relativi assiomi, probabilità congiunta e

condizionata, teoremi della probabilità totale e di Bayes, eventi indipendenti e loro proprietà, prove ripetute.
Variabili aleatorie e vettori aleatori: definizione di variabile aleatoria, variabili aleatorie discrete continue e miste, funzione di distribuzione, densità di probabilità, e loro proprietà, valore medio e varianza di una variabile aleatoria, teorema dell'aspettazione, trasformazioni di una variabile aleatoria, variabili aleatorie notevoli (uniformi, Gaussiane, esponenziali, di Rayleigh, di Poisson, binomiali). Definizione di vettore aleatorio, densità di probabilità congiunta e marginali di una coppia di variabili aleatorie, densità di probabilità condizionata, concetti di variabili aleatorie indipendenti e correlate, trasformazioni di una coppia di variabili aleatorie, variabili aleatorie congiuntamente Gaussiane, vettori aleatori Gaussiani e loro proprietà.
Segnali aleatori: definizione di processo ovvero segnale stocastico, processi parametrici, funzioni di distribuzione e densità di probabilità di ordine N, processi stazionari in senso lato, in senso stretto, e di ordine finito, funzione valor medio e di autocorrelazione e sue proprietà, funzione di autocovarianza, densità spettrale di potenza di un processo e sue proprietà, relazione con la funzione di autocorrelazione, filtraggio lineare di un processo, cross-correlazione ingresso-uscita, processi bianchi (rumore termico) e cenni di processi Gaussiani.

Bibliografia e materiale didattico
Materiale fornito dal docente.
Testo di riferimento Teoria dei Segnali: Segnali aleatori, Verrazzani, ed. ETS Università.

Modalità d'esame
L'esame è composto da una prova scritta (che dura un'ora) con esercizi sugli argomenti del corso, e da una prova orale. In generale, il voto finale è basato sul giudizio riportato nella prova scritta di ammissione all'orale e sulla qualità della prova orale. Durante la prova orale, lo studente sarà valutato sulla base della sua capacità di discutere i contenuti del corso con competenza, consapevolezza critica, e correttezza di espressione, e si potrà anche richiedere la risoluzione di problemi/esercizi scritti.

Ultimo aggiornamento 28/11/2021 21:00