

## ELABORAZIONE ANALOGICA DEI SEGNALI – ( II Modulo ) (CFU 5)

DOCENTE: Paolo Banelli

OBIETTIVI:

Comprendere il concetto di probabilità e di variabile aleatoria. Acquisire gli strumenti per caratterizzare statisticamente i segnali di natura aleatoria (processi). Acquisire il concetto di Spettro di Densità di Potenza di un processo aleatorio. Essere in grado di analizzare le alterazioni statistiche introdotte su un processo dal transito in sistemi lineari e non lineari.

CONTENUTI:

### **Unità Didattica: Concetto di Probabilità e Variabile Aleatorie (V.A.)**

Eventi aleatori – Probabilità associata ad un evento aleatorio – Probabilità condizionata ed eventi indipendenti- Teorema della probabilità totale – Teorema di Bayes. Esperimenti ripetuti – Prove di Bernoulli – Teorema di asintoticità (De Moivre-Laplace – Poisson). Concetto di Variabile Aleatoria (V.A.) – Funzione di distribuzione e densità di probabilità – VA continue e discrete – Momenti di variabili aleatorie centrati e non centrati: concetto di valor medio e varianza – Disuguaglianza di Chebyshev – Momenti di VA Gaussiane – Distribuzioni e densità condizionate.

Funzioni di V.A.: densità di probabilità e momenti – Esempi: quadratore, modulo, seno, etc. – Generazione di V.A. al calcolatore - Funzione caratteristica e momenti.

Distribuzione e densità congiunta di due V.A. – relazioni tra densità congiunta e marginale – momenti misti- V.A. incorrelate, ortogonali ed indipendenti – V.A. congiuntamente gaussiane.

Funzioni di due V.A. e relativi V.A. densità di probabilità- Esempi: somma, massimo, minimo, rapporto, modulo e fase di V.A. complesse.

V.A. N-dimensionali – Trasformazioni lineari di V.A. Gaussiane N-dimensionali.

Cenni di Teoria della Stima: concetto di stimatore di una grandezza - Stimatori polarizzati e non polarizzati – Stimatori MMSE - Stimatori del valor medio e della varianza di una V.A. – Teorema del limite centrale – Legge dei grandi numeri – Intervallo di confidenza.

### **Unità Didattica: Processi Aleatori (P.A.) e Transito nei Sistemi**

Definizione di P.A. – densità di probabilità e momenti di un P.A.- Esempi: processo di Poisson, processo telegrafico. P.A. stazionari in senso lato e stretto – Esempi: processo Gaussiano, processo armonico – Spettro di densità di potenza di un processo stazionario. Processi ciclostazionari e spettro di densità di potenza – Stazionarizzazione di un processo ciclostazionario - Esempio: onda PAM. Processi di Markov – Esempio: sistema a coda.

Transito di P.A. nei sistemi lineari e non lineari – Valor medio ed autocorrelazione statistici in uscita ad un dispositivo lineare e permanente – Relazione tra spettro di densità di potenza in ingresso ed in uscita ad un sistema lineare e permanente.

P.A. passa banda stazionari e relazioni con le componenti analogiche di bassa frequenza.

Concetto di Ergodicità: ergodicità in media, ergodicità in correlazione.

PREREQUISITI:

Analisi matematica IIA, Geometria, Elaborazione Analogica dei Segnali I

TESTI CONSIGLIATI:

- 1) M. Luise, G. Vitetta, "Teoria dei Segnali", Casa Editrice: McGraw-Hill, Giugno 1999
- 2) A. Papoulis, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", McGraw-Hill, 3rd Edition

MODALITÀ DI VERIFICA DEL PROFITTO:

La verifica consiste in una prova scritta della durata di 120 minuti. La prova prevede lo svolgimento di tre esercizi, ad ognuno dei quali sono riservati 10 punti. Una prova orale potrà essere richiesta se la prova scritta non fosse sufficiente alla valutazione dello studente.