



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

CORSI DI INGEGNERIA

A.A. 2018/2019

Analisi ed Elaborazione dei Segnali (I3N)

- Cassioli Dajana - Santucci Fortunato -

(Aggiornato il 1-11-2018)

Contenuti del corso (abstract del programma):

Classificazione dei segnali. Spazio dei segnali. La Trasformata di Fourier: trasformata-serie, trasformata continua. Trasformazioni di segnali: sistemi continui e discreti. Distorsioni. Filtri lineari. Correlazione e densità spettrale. Teorema di Wiener. Campionamento dei segnali. Processi stocastici: descrizione statistica; valor medio, autocorrelazione e autocovarianza. Processi stazionari. Coppia di processi reali. Trasformazioni di processi. Densità spettrale di potenza. Esempi notevoli: processo armonico, processi Gaussiani, rumore. Segnali a tempo discreto: trasformate di Fourier, Z, DFS, DFT, FFT e applicazioni. Sistemi a tempo discreto: convoluzioni, risposta in frequenza, funzione di trasferimento. Esempi e applicazioni in ambiente di calcolo numerico e simulazione.

Programma esteso:

Segnali determinati. Classificazione dei segnali: generalità; segnali continui e discreti; energia e potenza; esempi. La Trasformata di Fourier per l'analisi dei segnali: trasformata-serie, rappresentazione nello spazio dei segnali e base di segnali; base di Fourier, approssimazione di un segnale periodico e Serie di Fourier, interpretazione geometrica e componenti armoniche, uguaglianza di Parseval, spettri di ampiezza e fase, condizioni di simmetria, proprietà degli spettri; trasformata continua, forme particolari, proprietà, segnali generalizzati e loro trasformata, trasformata-serie come caso particolare di quella continua, spettri periodici; Formula di Poisson; esempi; trasformata di Fourier per segnali a tempo discreto e relative proprietà; relazione tra le trasformate di Fourier; esempi; durata e larghezza di banda di un segnale; segnali in banda base e in banda traslata. Trasformazioni di segnali: risposta impulsiva e risposta in frequenza per sistemi lineari; calcolo delle convoluzioni; esempi; trasmissione di un segnale attraverso un sistema lineare: distorsione di ampiezza e fase; risposta di un sistema lineare con eccitazione periodica; distorsioni non lineari in sistemi continui, intermodulazione; filtri ideali, passa-basso, passa-alto, passa-banda e a reiezione di banda; cenno ai filtri reali; esempi. Correlazione e densità spettrale: correlazione per segnali di energia e di potenza; densità spettrale di energia e di potenza: Teoremi di Wiener; densità spettrale di energia e di potenza della risposta di un sistema lineare; correlazione uscita-ingresso; segnali ortogonali e incorrelati; esempi. Campionamento dei segnali: introduzione, campionamento uniforme, campionamento naturale e istantaneo; Teorema del Campionamento; campionamento nel dominio della frequenza; filtro anti-aliasing, interpolazione con distorsione (a tenuta); esempi. Segnali aleatori. Richiami di Teoria della probabilità: probabilità; probabilità condizionata; eventi indipendenti e relative proprietà; Teoremi della Probabilità Totale e di Bayes; canale di comunicazione binario.

Variabili aleatorie: definizione e classificazione; funzione di distribuzione, densità di probabilità, massa di probabilità; trasformazioni di variabili aleatorie; valor medio di una funzione di variabile aleatoria e Teorema dell'Aspettazione; momenti ordinari e centrali. Funzione caratteristica e Teorema dei Momenti; applicazioni. Sistemi di variabili aleatorie: sistemi di due variabili aleatorie continue e discrete; distribuzioni congiunte e condizionate; sistemi di variabili indipendenti e incorrelate; momenti congiunti; correlazione e covarianza; vettori aleatori reali, matrici di correlazione e covarianza; esempi. Distribuzioni continue e discrete: distribuzione Gaussiana, vettori Gaussiani e proprietà; esempi. Processi stocastici: descrizione statistica di vario ordine; valor medio, autocorrelazione e autocovarianza; descrizione statistica di potenza; processi stazionari; processi incorrelati, ortogonali e indipendenti. Trasformazioni di processi aleatori: trasmissione di processi attraverso sistemi lineari tempo-invarianti, correlazione mutua uscita-ingresso e autocorrelazione dell'uscita. Densità spettrale di potenza di un processo stazionario e Teorema di Wiener-Khintchine. Processi Gaussiani; rumore bianco; rumore a banda stretta. Processo armonico. Esempi. Esercitazioni. La conversione A/D: introduzione, analisi del rumore di quantizzazione. Definizione di sequenza, esempi e proprietà. Sistemi a tempo discreto. Convoluzione lineare. Trasformata di Fourier per sequenze e risposta in frequenza di un sistema lineare e invariante per traslazione (LTI). Trasformata Z e funzione di trasferimento di un sistema LTI. Serie discreta di Fourier (DFS), convoluzione periodica. Trasformata discreta di Fourier (DFT), convoluzione circolare. Relazioni tra le trasformate; relazioni tra le convoluzioni. Fast Fourier transform (FFT) diretta e inversa con decimazione nel tempo e in frequenza. Strutture di filtri con risposta di durata finita (FIR) e infinita (IIR). Esempi ed applicazioni relativi a: analisi spettrale, convoluzioni nel tempo e via DFT, elaborazione in ambito audio mediante l'ausilio di ambienti di calcolo e di simulazione. Il corso prevede esercitazioni pratiche in ambiente di calcolo e simulazione ed esercitazioni con strumentazione da banco presso il Laboratorio di Segnali, Sistemi e Tecnologie.

Modalità d'esame:

Prova scritta e orale. Per la parte di analisi dei segnali a tempo discreto è prevista la discussione di un elaborato su tema da concordare con il docente, eventualmente riconducibile alle esperienze di laboratorio.

Risultati d'apprendimento previsti:

Il Corso costituisce la base essenziale per l'analisi dei segnali nei diversi campi dell'Ingegneria dell'Informazione. In particolare, gli argomenti trattati rappresentano l'indispensabile premessa allo studio delle Comunicazioni Elettriche e della Elaborazione dei Segnali. Vengono considerate le principali rappresentazioni dei segnali determinati e aleatori sia tempo-continui che tempo-discreti, il loro transito attraverso sistemi continui e discreti, il campionamento e alcune applicazioni. Viene proposta una introduzione all'impiego del calcolatore, mediante svolgimento di semplici esercizi di elaborazione di segnali a tempo discreto. Il corso richiede la padronanza delle nozioni impartite dai corsi di Analisi Matematica, Algebra e Calcolo delle Probabilità.

Link al materiale didattico:

<https://moodle.univaq.it/course/index.php?categoryid=25>

Testi di riferimento:

M. Luise, G. M. Vitetta, Teoria dei Segnali, McGraw-Hill;

A. W. Oppenheim, A. S. Willsky (with S. H. Nawab), Signals and Systems, Second Edition, Prentice Hall

A. Papoulis, Probability, Random Variables and Stochastic Processes, McGraw-Hill, Third Edition;

P. Mandarini, Teoria dei segnali, La Goliardica; G. Cariolaro: La teoria unificata dei segnali, UTET Libreria;

L. Lo Presti, F. Neri: L'analisi dei segnali, Seconda Edizione, CLUT.

Viene fornita una dispensa completa a cura del docente. La dispensa include anche esercizi e problemi svolti.