Segnali determinati tempo continuo

Introduzione. Sistemi e servizi di telecomunicazioni. Definizione di segnali in senso stretto, trasmissione ideale di un segnale, segnali nel dominio del tempo. Operazioni elementari. Classificazione di segnali. Impulso ideale di Dirac. Energia e potenza dei segnali a tempo continuo, cenni su segnali a tempo discreto. Affinità tra segnali, affinità tra segnali di energia e tra segnali di potenza. Rappresentazioni di segnali in serie temporali e nello spazio dei segnali. Ortogonalizzazione di Gram-Schmidt. Trasformazioni lineari di segnali tempo continui, trasformata di Fourier e sue proprietà. Affinità tra segnali di energia rappresentati in frequenza, spettri di energia e di potenza, estensione spettrale dei segnali reali, spettri discreti di segnali periodici. Teorema del campionamento nel dominio della frequenza e del tempo. Rappresentazioni complesse di segnali tempo continui, inviluppo complesso. Elementi sui segnali di sorgente, segnali analogici o numerici, segnali sonori, segnali di immagine, elementi sui segnali numerici di sorgente, segnali multilivello di sorgente, segnali numerici sincroni e asincroni. Trasformazioni lineari fra segnali tempo continui, considerazioni sulla natura elettrica dei segnali, trasformazioni LTI nei bipoli e nei quadripoli, risposte nei domini del tempo e della frequenza, trasferimento in condizione di adattamento, quadripolo ideale e quadripoli perfetti. Fondamenti di trasmissione, trasmissione ideale, condizioni per il trasporto ideale della informazione, sistemi di trasmissione perfetti, mezzi trasmissivi perfetti, canali lineari perfetti. Elaborazione lineare di segnali tempo continuo senza e con taglio di banda, elementi sui filtri. Elaborazione di segnali a gradini e reversibilità, elaborazione non lineare su segnali a gradini, restituzione della forma a gradini, elaborazione complessiva con taglio di banda, elaborazione complessiva con riduzione della banda pratica. Multiplazione, cenni sulla conversione analogico numerica, cenni di codifica di canale, cenni di modulazione armonica.

Variabili e processi aleatori tempo continuo

Cenni di teoria della probabilità. Variabili aleatorie, funzioni di distribuzione e di densità di probabilità, distribuzioni condizionate di probabilità. Momenti di una variabile aleatoria, funzione caratteristica e funzione generatrice di una v.a. Funzioni di variabile aleatoria, Calcolo della funzione di distribuzione, Calcolo della funzione di densità di probabilità, Sequenze di variabili aleatorie, Trasformazioni di variabili aleatorie, Indipendenza di variabili aleatorie, Medie, varianze e covarianze, Funzioni di densità condizionali, Funzione caratteristica, Variabili aleatorie complesse.

Cenni di teoria dei processi stocastici, Concetti generali, Grandezze che caratterizzano un processo stocastico, Proprietà di un processo stocastico, Momenti di un processo stocastico, Processi stocastici tempo discreto, Classificazione dei processi stocastici, Cenni di teoria spettrale dei processi stocastici, Trasformazioni di processi stocastici, il processo Gaussiano.

Generalità sui processi stocastici, segnali aleatori e loro sorgenti, caratterizzazione dei processi continui, processi continui stazionari, intercorrelazione nei processi stazionari, processo somma e processo complesso, processi discreti reali stazionari, processi stocastici ciclostazionari, processi ciclostazionari di primo e secondo ordine, processi rappresentati tramite inviluppo complesso, processo stazionario non in banda base, processi rappresentati tramite serie temporali, processi reali con fattori aleatori, processi campionati in banda base, processi complessi con fattori aleatori, processo somma di processi reali con fattori aleatori, processi continui gaussiani: il rumore, rumore gaussiano stazionario non in banda base, rumore gaussiano bianco nello spazio dei segnali, processi di Markov, proprietà dei processi di Markov, processi di Markov a tempo discreto, processi di Markov a tempo continuo.

Deterministic continuous-time signals

Introduction, telecommunication systems and services, definition of signals, ideal transmission of signals, time domain signals, complex notation, basic operations on signals, classification, duration, Dirac impulse, energy and power. Affinity: cross correlation and autocorrelation between energy and power signals. Time domain series representation of signals: Fourier series for periodic signals, representation with series of orthogonal functions, Fourier series for time limited signals, representation with samples interpolation. Representation in the signal domain, Gram- Schmidt orthogonalization. Linear transformation: Fourier transform. Examples of Fourier transform, affinity for frequency represented signals, energy and power spectrum, sampling theorem in time and frequency domain. Representation in the complex domain: analytic signal and complex envelope. Basics of source signals: analogue and digital signals. Multilevel source signals, binary signals, synchronous and asynchronous signals. Linear transformation between signals, linear and time invariant transformations in one port systems and in two port systems. Ideal two port system, perfect two port systems. Fundamentals of transmission, ideal transmission, perfect transmission systems, perfect linear channels, time continuous linear processing, filters, processing and reverse processing of step signals, total processing.

Multiplexing, analogue digital conversion, basics on channel coding, basics on modulation.

Time continuous random variables and stochastic processes. Random variables theory, probability distribution and density functions, conditional probability distribution. Moments, characteristic and generating function of a random variable. Functions of random variables, distribution and density functions computation, sequences of random variables, transformation of random variables, independence of random variables. Expected value, variance and covariance. Conditional density functions, complex random variables. Stochastic processes, generalities, properties and moments. Classification, spectral theory, transformation of stochastic processes. The Gaussian process. Stationary processes, cross correlation, sum of processes and complex process, ciclostationary processes of first and second order, processes represented by the complex envelope, stationary process not in base band, processes represented in time series, real processes with random factors, processes sampled in base band, complex processes with random factors. Gaussian processes: noise, Gaussian stationary noise not in base band, white Gaussian noise in the signal space. Markov processes: properties, continuous and discrete time.