

Prefazione

Il presente lavoro, attualmente alla sua seconda edizione¹, raccoglie alcuni degli spunti emersi in vari anni di esperienza didattica svolta dagli autori presso l'Università degli Studi di Brescia, prima nella Laurea quinquennale in Ingegneria Elettronica, ed attualmente nella Laurea triennale in Ingegneria dell'Informazione. I temi considerati sono legati agli argomenti classici della teoria dei segnali nel continuo, con numerosi esempi sulle variabili casuali e sui processi stocastici. Nell'impostazione si è tenuto conto delle esigenze della Laurea triennale, per cui il rigore matematico è stato a volte sacrificato per semplificare la presentazione di qualche argomento specifico.

Il testo è strutturato in sei capitoli di esercizi risolti, corredati di un capitolo di appendice nel quale si richiamano alcuni dei principali argomenti della teoria dei segnali al fine di completare la trattazione². In ogni capitolo vengono presentati vari esercizi completamente risolti, nonché ulteriori esercizi suggeriti, di alcuni dei quali viene indicata la soluzione.

Nel Capitolo 1 vengono presentati alcuni esempi riguardanti le operazioni elementari sui segnali, la convoluzione e la correlazione, sia per segnali di energia che per segnali di potenza (periodici e non periodici).

Il Capitolo 2 considera la rappresentazione vettoriale dei segnali, focalizzando l'attenzione sul concetto di ortogonalità e distanza tra segnali, e sull'approssimazione ai minimi errori quadrati di un segnale rispetto ad una base.

L'analisi di Fourier viene presentata nel Capitolo 3. L'attenzione viene posta sia sul calcolo della trasformata di Fourier e dello sviluppo in serie di Fourier di un segnale, sia sull'applicazione delle principali proprietà della trasformata.

Nel Capitolo 4 vengono presentati alcuni esempi sulla caratterizzazione di una variabile casuale, discreta o continua, sull'indipendenza ed incorrelazione di più variabili casuali, sulle funzioni di variabili casuali e sui valori attesi condizionati.

Nel Capitolo 5 viene trattata la caratterizzazione di un processo stocastico, focalizzando principalmente l'attenzione sui segnali periodici con fase casuale, sui

¹Il contributo principale che differenzia la seconda edizione dalla prima sta nel fatto che, oltre ad aver corretto alcuni errori ed aggiunto nuovi esempi con soluzione, è stato aggiunto un intero nuovo capitolo sulle variabili casuali e sulle funzioni di variabili casuali. Sono state inoltre aggiunte alcune considerazioni sul campionamento e sulla quantizzazione di un segnale.

²Il lettore interessato potrebbe iniziare la lettura del testo a partire da tale appendice per meglio apprezzare la presentazione svolta nei primi capitoli.

processi gaussiani e sui processi di tipo PAM (Pulse Amplitude Modulation). I sistemi vengono analizzati nel Capitolo 6. Viene trattato sia il problema della classificazione generale di un sistema (in termini di linearità, invarianza alla traslazione, memoria, causalità, stabilità), sia il calcolo del segnale di uscita a fronte di uno specifico segnale applicato in ingresso. Particolare attenzione viene posta sull'analisi dei sistemi lineari tempo-invarianti (LTI), effettuata sia nei tempi che nelle frequenze. Nel caso particolare dei sistemi LTI si considera anche il filtraggio di un processo stocastico stazionario. Un breve cenno viene destinato anche al problema del campionamento e quantizzazione di un segnale.

La nutrita appendice è suddivisa in varie parti che trattano, rispettivamente, la definizione di alcuni segnali elementari usati nel testo, un'introduzione alla rappresentazione vettoriale dei segnali, alcuni richiami sulle principali proprietà della trasformata di Fourier e della delta di Dirac, alcuni richiami sulle variabili casuali e sui processi stocastici, ed infine una breve descrizione delle principali caratteristiche dei sistemi a tempo continuo.

Alcuni testi classici sono infine elencati, come riferimenti per la parte di teoria, nella sezione dedicata alla bibliografia. In particolare, sono stati citati alcuni testi che trattano più o meno tutti gli argomenti presentati in questo lavoro (e.g., [1], [2], [3], [4], [5], [8], [12], [13], [14], [15], [21], [22]), altri che descrivono in maggior dettaglio la rappresentazione vettoriale dei segnali [7], [8], la trasformata di Fourier [18], [24], le variabili casuali ed i processi stocastici [19], [16], [20], [6], [9], [11], [23], [10], i sistemi [17].

In letteratura sono presenti molti altri testi validi che non sono stati citati per non appesantire troppo la trattazione.

Ulteriore materiale di supporto (e.g., errata corrige, lucidi di alcune lezioni di teoria, soluzioni di alcuni degli esercizi proposti, nuovi esercizi suggeriti, ...) può essere reso disponibile contattando gli autori. Gli autori sono grati sin d'ora nei confronti di coloro che avessero suggerimenti e consigli per migliorare sia i contenuti che la presentazione, o a tutti coloro che volessero segnalare eventuali errori ed imprecisioni. Tali suggerimenti possono essere diretti agli autori tramite posta elettronica agli indirizzi: riccardo.leonardi@ing.unibs.it, pierangelo.migliorati@ing.unibs.it.

Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento va rivolto all'Ing. Marzia Corvaglia e all'Ing. Sergio Benini per il supporto garantito durante le varie fasi della stesura del testo, nonché ai numerosi studenti che hanno contribuito, in vario modo, alla realizzazione dell'opera.

Riccardo Leonardi, Pierangelo Migliorati

Brescia, febbraio 2009