

Prefazione

Il presente lavoro, attualmente alla sua terza edizione¹, raccoglie numerosi spunti emersi in tanti anni di esperienza didattica svolta dagli autori presso l'Università degli Studi di Brescia, prima nella Laurea quinquennale in Ingegneria Elettronica, quindi nelle Lauree triennali nel settore dell'Ingegneria dell'Informazione dei nuovi ordinamenti. I temi considerati sono legati agli argomenti classici della teoria dei segnali nel continuo, alle variabili casuali e ai processi stocastici, al campionamento ed alla quantizzazione. Nell'impostazione si è tenuto conto delle esigenze della nuova 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 otto capitoli di esercizi completamente risolti, corredati di un ricco capitolo di complementi 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 (circa 70), nonché ulteriori esercizi suggeriti (circa 140), di numerosi dei quali (circa 70) viene indicata la soluzione.

Nel Capitolo 1 vengono presentati gli 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, che sull'applicazione delle principali proprietà della trasformata.

I sistemi vengono introdotti nel Capitolo 4, focalizzando l'attenzione sui segnali deterministici. Viene trattato sia il problema della classificazione generale di un sistema (in termini di linearità, invarianza alla traslazione, memoria, causalità, stabilità), che 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 Capitolo 5 vengono presentati numerosi esempi sulla caratterizzazione di una va-

¹Il contributo principale che differenzia la terza edizione dalla seconda sta nel fatto che, oltre ad aver aggiunto un numero significativo di nuovi esempi completamente svolti (soprattutto sulle variabili casuali, sul campionamento e sulla quantizzazione) e nuovi esempi proposti con soluzione, è stato riorganizzato l'indice generale del testo (separando la parte deterministica dalla parte stocastica) ed è stato aggiunto un intero nuovo capitolo sul campionamento e sulla quantizzazione dei segnali.

²Il lettore interessato potrebbe iniziare la lettura del testo a partire dai complementi per meglio apprezzare la presentazione svolta negli altri capitoli.

riabile casuale, discreta o continua, sull'indipendenza ed incorrelazione di più variabili casuali, sulle funzioni di variabili casuali e sui valori attesi condizionati.

Nel Capitolo 6 viene trattata la caratterizzazione di un processo stocastico, focalizzando principalmente l'attenzione sui segnali periodici con fase casuale, sui processi gaussiani e sui processi di tipo PAM (Pulse Amplitude Modulation).

Il filtraggio di un processo stocastico viene analizzato nel Capitolo 7.

Nel Capitolo 8 viene trattato il problema del campionamento e della quantizzazione di un segnale, sia deterministico che stocastico.

La nutrita sezione dedicata ai complementi è suddivisa in varie parti che trattano, rispettivamente, la rappresentazione vettoriale dei segnali, le principali proprietà della trasformata di Fourier e della delta di Dirac, una descrizione delle principali caratteristiche dei sistemi a tempo continuo, le variabili casuali e i processi stocastici, ed infine le operazioni di campionamento e quantizzazione di un segnale.

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, oppure sul sito web:

<http://www.ing.unibs.it/~pier/libro.html>.

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, all'Ing. Sergio Benini e all'Ing. Marco Dalai per il supporto garantito durante le varie fasi della stesura del testo, nonché ai numerosissimi studenti che hanno contribuito, nei vari anni, ed in vario modo, alla realizzazione dell'opera.

Riccardo Leonardi, Pierangelo Migliorati

Brescia, Febbraio 2011