

## Prefazione

---

L'articolazione della formazione universitaria su due livelli di laurea, introdotta nel mondo accademico italiano dalla recente riforma dei percorsi formativi, ha indotto, nell'ambito delle Facoltà di Ingegneria, una rivisitazione critica dell'assetto didattico che nel corso degli anni aveva raggiunto un suo stato di equilibrio.

Nella precedente organizzazione didattica una salda preparazione metodologica di base veniva impartita con insegnamenti collocati di norma nei primi due anni, mentre il conseguimento di specifiche abilità professionali era affidato ad insegnamenti collocati agli ultimi due anni. I corsi del terzo anno tipicamente svolgevano il ruolo di cerniera tra l'apprendimento delle scienze matematiche e fisiche e quello delle materie professionalizzanti caratteristiche del percorso formativo scelto dallo studente.

In questo contesto, il settore disciplinare dell'Automatica in genere ha fatto riferimento ad una organizzazione didattica caratterizzata da insegnamenti di ingresso di natura fortemente metodologica e generalista, seguiti da corsi con accento spostato verso la trasmissione di conoscenze di carattere professionale; tali contenuti vanno ora riproposti in maniera differente in quanto, con il passaggio alla nuova organizzazione che prevede il conseguimento della laurea in soli tre anni, si manifesta la necessità di dover coniugare il *sapere* ed il *saper fare* sin dal primo anno dei corsi di laurea.

Il panorama librario nazionale inizia oggi ad offrire opere, destinate al percorso formativo della laurea triennale, che tendono a privilegiare la valenza applicativa dei concetti rispetto al rigore formale, con l'intendimento di anticipare temporalmente l'acquisizione di un *saper fare* da parte degli studenti.

Se viene privilegiata una presentazione troppo orientata verso l'applicazione, questa scelta può far correre il rischio di nascondere al lettore quegli aspetti metodologici unificanti che contribuiscono in maniera determinante allo sviluppo di una *forma mentis* che è uno degli aspetti più rilevanti di un sapere di carattere sistemistico.

Per contro, una presentazione molto attenta al carattere formale e generalista della disciplina fa correre il rischio di non riuscire a trasmettere conoscenze necessarie per il *saper fare* nei tempi limitati disponibili per le attività di trasferimento didattico.

L'intendimento con cui è stato scritto questo testo è quello di mediare tra le due impostazioni contrastanti precedentemente illustrate. Questa mediazione è stata perseguita riducendo il numero di argomenti teorici che vengono presentati senza però rinunciare al rigore formale, che gli Autori ritengono rappresenti uno dei valori aggiunti della disciplina, ed inserendo temi di carattere ingegneri-

stico che possano accentuare il saper fare conseguibile con l'apprendimento dei contenuti del testo.

L'obiettivo del libro consiste nello stimolare l'acquisizione di un saper fare che si materializzi nella abilità di analizzare fenomeni e sistemi dinamici reali mediante una accurata miscelazione di tre ingredienti:

1. la teoria, che esplora le proprietà fondamentali delle rappresentazioni matematiche di classi particolari di sistemi dinamici;
2. la considerazione di modelli, che mostri come situazioni concrete possono essere descritte da rappresentazioni matematiche adeguate;
3. la presentazione di esemplificazioni, che consentano di illustrare il tipo di questioni che possono nascere in particolari situazioni e di mostrare come la teoria possa fornire adeguate risposte.

La priorità più elevata è stata appropriatamente assegnata ad una ordinata presentazione degli argomenti teorici che si sono ritenuti ineludibili.

Gli insegnamenti che possono avvalersi di questo libro di testo sono generalmente collocati temporalmente dalla fase finale del primo anno a tutto il secondo anno; si presuppone pertanto che gli studenti abbiano completato l'apprendimento delle conoscenze matematiche e fisiche di base. Poiché l'insegnamento può essere rivolto a studenti con preparazione di base differente, sono stati comunque inseriti richiami matematici tali da rendere la trattazione autocontenuta. Mentre è considerato prerequisito il possesso di conoscenze di base sulla soluzione delle equazioni differenziali lineari ordinarie, nel testo sono richiamati i concetti fondamentali sull'utilizzo della trasformata di Laplace e della trasformata Zeta ed alcuni aspetti applicativi dell'algebra lineare. Nella presentazione dei temi trattati, per dare la possibilità di presentare gli argomenti illustrati in un modulo di insegnamento di 50–60 ore, sono stati omessi argomenti che taluni potranno considerare essenziali; questa omissione è voluta in quanto si è preferito presentare, con un adeguato rigore formale, quelle tematiche che si sono ritenute significative per illustrare le potenzialità di un approccio metodologico unificante, per fornire strumenti quantitativi e qualitativi per l'analisi del comportamento di una vasta classe di sistemi dinamici e per introdurre concetti fondamentali per ulteriori sviluppi verso le tematiche di base del controllo automatico.

Nella fase di concezione del testo un importante momento di riflessione ha riguardato l'opportunità o meno di prendere in considerazione descrizioni del tipo ingresso-stato-uscita oltre a quelle di tipo ingresso-uscita. Data l'importanza dell'argomento, sia per considerazioni di carattere concettuale che per eventuali successivi approfondimenti, si è deciso di trattare l'analisi dei modelli ingresso-stato-uscita anche se, da un punto di vista pedagogico, i Capitoli 5 e 8 possono essere tralasciati per uno sviluppo della materia più contenuto.

La presentazione degli argomenti trattati nel libro è stata organizzata in 8 capitoli e 2 appendici.

Il Capitolo 1 è dedicato alla presentazione formale del concetto di sistema dinamico e delle sue proprietà; l'analisi è svolta parallelamente per sistemi dinamici a tempo continuo e sistemi dinamici a tempo discreto. La presentazione di argomenti quali l'equilibrio, la stabilità e la linearizzazione conclude il capitolo.

Nel Capitolo 2, a titolo esemplificativo e a livello elementare, viene sviluppata la modellistica di sistemi dinamici di differente natura per mostrarne l'unicità concettuale di rappresentazione.

Per fornire al lettore strumenti operativi, il Capitolo 3 è stato dedicato alla presentazione della trasformata di Laplace ed al suo impiego per la soluzione di equazioni differenziali lineari ordinarie.

Assestato il concetto di modello ingresso-uscita di sistemi lineari e stazionari a tempo continuo, nel Capitolo 4 è riportata l'analisi delle risposte in evoluzione libera ed in evoluzione forzata e viene introdotto il concetto dei modi propri di evoluzione. Funzione di trasferimento, stabilità, risposta armonica e metodi quantitativi per caratterizzare la risposta dinamica nei vari domini di rappresentazione sono argomenti che completano il capitolo.

Il Capitolo 5 è dedicato alla descrizione di sistemi dinamici in termini di ingresso, stato ed uscita. Vengono presentati i modelli implicito ed esplicito e sono prese in considerazione le proprietà strutturali. Il problema della realizzazione chiude l'esposizione.

In analogia a quanto esposto nei Capitoli 3, 4 e 5 per i sistemi a tempo continuo, i Capitoli 6, 7 ed 8 sono dedicati alla presentazione dei metodi per l'analisi dei sistemi a tempo discreto ed alla illustrazione delle loro peculiarità di comportamento; l'introduzione della trasformata Zeta consente di presentare strumenti operativi per la risoluzione dei modelli ingresso-uscita e ingresso-stato-uscita e di descriverne le proprietà.

Le appendici sono dedicate, rispettivamente, ad una accurata analisi della risposta di sistemi elementari del I e del II ordine ed alla descrizione delle rappresentazioni grafiche della risposta armonica.