

PREFAZIONE

Un corso introduttivo sulle comunicazioni analogiche e digitali è fondamentale nel curriculum triennale in ingegneria elettronica. Il corso è normalmente inserito tra i corsi base. Tipicamente, si assume che lo studente abbia conoscenze di analisi matematica, elettronica, segnali e sistemi e, possibilmente, di teoria della probabilità.

Avendo ben presente la natura introduttiva del corso, un testo consigliato deve essere facile da leggere, accurato, e contenere un'abbondanza di esempi significativi, problemi ed esercizi con il computer. Questi contenuti del libro sono necessari per facilitare l'apprendimento dei fondamenti dei sistemi di telecomunicazione a un livello introduttivo, ma in modo efficace. Il libro è stato scritto con tutti questi obiettivi ben chiari in mente.

Data la natura matematica della teoria delle telecomunicazioni, è piuttosto facile per il lettore perdere di vista il lato pratico dei sistemi di comunicazione. Attraverso tutto il libro abbiamo fatto ogni sforzo per non cadere in questa trappola. L'abbiamo fatto muovendoci attraverso la trattazione del soggetto in modo ordinato, sempre tentando di mantenere la trattazione matematica a un livello facile da capire ed evidenziando la rilevanza pratica della teoria ogni qualvolta sia appropriato.

Struttura logica del testo

Per facilitare e rafforzare l'apprendimento, la struttura e il formato del libro sono stati scelti in modo da ottenere i seguenti risultati:

- motivare a leggere il libro e ad apprendere da tale lettura;
- enfatizzare i concetti base da un punto di vista "sistemistico" facendo questo in modo sistematico;
- dovunque appropriato, inserire esempi ed esperimenti su computer in ogni capitolo, per illustrare applicazioni della teoria pertinente;
- fornire problemi svolti a valle della discussione di concetti fondamentali per aiutare il lettore a sottoporre a verifica e a padroneggiare i concetti in discussione;
- fornire ulteriori problemi in fondo a ogni capitolo, alcuni di natura avanzata, per estendere la teoria esposta nel testo.

Organizzazione del testo

1. *Motivazione* Prima di essere coinvolti in profondità nello studio delle comunicazioni analogiche e digitali, è imperativo che il lettore sia motivato a usare il testo e ad apprendere suo tramite. A tale fine, il Capitolo 1 inizia con una carrellata storica sui sistemi di telecomunicazione e le loro importanti applicazioni.
2. *Teoria della modulazione* Le comunicazioni digitali hanno soppiantato le comunicazioni analogiche come metodo dominante di trasmissione. Anche se, in effetti, queste due forme di comunicazione funzionano in modi diversi, la teoria della modulazione è alla base di entrambe. Inoltre, è più facile capire questo importante soggetto trattando i suoi concetti fondamentali applicati alla trasmissione analogica ed estendendoli poi alla trasmissione digitale. Ancora, la modulazione d'ampiezza è più semplice da presentare della modulazione angolare. Altro punto molto significativo è il fatto che per capire la teoria della modulazione è importante che la teoria di Fourier sia padroneggiata in precedenza. Con questi punti ben presenti, i Capitoli dal 2 al 7 sono organizzati nel seguente modo:
 - il Capitolo 2 è dedicato a rivedere la rappresentazione di Fourier di segnali e sistemi;

- i Capitoli 3 e 4 sono dedicati alle comunicazioni analogiche, con il Capitolo 3 che copre la modulazione d'ampiezza e il Capitolo 4 che tratta della modulazione angolare;
 - il Capitolo 5 sulla modulazione a impulsi copre i concetti relativi alla transizione da comunicazioni analogiche a comunicazioni digitali;
 - i Capitoli 6 e 7 sono dedicati alle comunicazioni digitali, con il Capitolo 6 che copre la trasmissione di dati in banda base e il Capitolo 7 che copre la trasmissione dati passa banda.
3. *Teoria della probabilità e rivelazione di segnali* Come l'analisi di Fourier è fondamentale per la teoria della modulazione, così la teoria della probabilità è fondamentale per la rivelazione dei segnali e per valutare le prestazioni di un ricevitore in presenza di rumore additivo. Poiché la teoria della probabilità non è critica per la comprensione della modulazione, abbiamo intenzionalmente ritardato la rassegna di teoria della probabilità, segnali casuali e rumore fino al Capitolo 8. Quindi, con una buona comprensione della teoria della modulazione applicata alle comunicazioni analogiche e digitali e avendo a disposizione i concetti rilevanti di teoria della probabilità e i modelli probabilistici, il terreno è pronto per rivisitare i ricevitori per comunicazioni analogiche e digitali, come di seguito riassunto:
- il Capitolo 9 discute il rumore nelle trasmissioni analogiche;
 - il Capitolo 10 discute il rumore nelle trasmissioni digitali. Poiché le trasmissioni analogiche e digitali operano con modalità differenti, è naturale osservare alcune differenze fondamentali nel trattare gli effetti del rumore in questi due capitoli.
4. *Rumore* Lo studio introduttivo delle comunicazioni analogiche e digitali è completato nel Capitolo 11. Questo capitolo illustra il ruolo nei sistemi di telecomunicazione di modulazione e rumore secondo quattro punti:
- per prime vengono descritte le sorgenti fisiche di rumore, sostanzialmente termico e impulsivo;
 - come secondo punto, vengono introdotte le metriche di cifra di rumore e di temperatura di rumore;
 - al terzo punto si spiega come la propagazione interviene a determinare l'intensità del segnale nelle telecomunicazioni via satellite o nelle comunicazioni terrestri via radio;
 - infine, mostriamo come i calcoli di intensità di segnale e di rumore possono essere combinati per fornire una stima del rapporto segnale/rumore, la fondamentale figura di merito per i sistemi di comunicazione.
5. *Esempi a tema* Per illustrare importanti applicazioni pratiche della teoria delle comunicazioni, esempi a tema sono inseriti ovunque si ritenga appropriato. Gli esempi sono tratti sia dal mondo delle comunicazioni analogiche, sia da quello delle comunicazioni digitali.
6. *Appendici* Per fornire materiale di supporto al testo, alla fine del libro sono incluse otto appendici, che coprono i seguenti argomenti, presentati nell'ordine:
- rapporti di potenze e decibel;
 - serie di Fourier;
 - funzioni di Bessel;
 - la funzione Q e la sua relazione con la funzione errore;
 - disuguaglianza di Schwarz;
 - tavole matematiche;
 - procedure Matlab per esperimenti su computer relativi a problemi nei Capitoli 7-10;
 - risposte agli esercizi.

7. *Annotazioni.* Inserite in tutto il libro, vengono fornite per stimolare il lettore interessato ad approfondire argomenti avanzati mediante riferimenti bibliografici selezionati.
8. *Materiale ausiliario* Il libro è sostanzialmente autosufficiente. Un glossario dei simboli e una bibliografia sono forniti alla fine del testo. Come aiuto al docente del corso che utilizzi il testo, un dettagliato Manuale delle soluzioni per tutti i problemi, quelli all'interno del testo e quelli inseriti alla fine dei capitoli, sarà reso disponibile attraverso l'editore John Wiley and Sons.

Come usare il testo

Il testo può essere usato per un corso introduttivo sulle comunicazioni analogiche e digitali in modi differenti, in funzione del background degli studenti e degli interessi didattici e delle responsabilità dei professori interessati. Qui di seguito si presentano due possibili modelli di come questo possa essere fatto.

MODELLO DI CORSO A: UN UNICO CORSO DA DUE SEMESTRI

- (A.1) Il primo semestre del corso sulla teoria della modulazione consiste dei Capitoli da 2 a 7 incluso.
- (A.2) Il secondo semestre sul rumore nei sistemi di comunicazione consiste dei Capitoli da 8 a 11 incluso.

MODELLO DI CORSO B: DUE CORSI SEMESTRALI, UNO SULLA TRASMISSIONE ANALOGICA E L'ALTRO SULLA TRASMISSIONE DIGITALE

- (B.1) Il primo corso sulle comunicazioni analogiche comincia dal materiale di rassegna del Capitolo 2 sull'analisi di Fourier, seguito dal Capitolo 3 sulla modulazione analogica e dal Capitolo 4 sulla modulazione d'angolo; quindi procede con una rassegna delle parti di rilievo del Capitolo 8 sul rumore e finisce con il Capitolo 9 sul rumore nelle comunicazioni analogiche.
- (B.2) Il secondo corso sulle comunicazioni digitali inizia con il Capitolo 5 sulla modulazione a impulsi, continua con il Capitolo 6 sulla trasmissione dati in banda base e il Capitolo 7 sulle tecniche di modulazione digitale, per proseguire con una rassegna degli aspetti più rilevanti della teoria della probabilità nel Capitolo 8 e finire con il Capitolo 10 sul rumore nelle comunicazioni digitali.

Simon Haykin
Ancaster, Ontario, Canada

Michael Moher
Ottawa, Ontario, Canada

PREFAZIONE ALL'EDIZIONE ITALIANA

La fatica di tradurre un libro come questo, di un autore ben noto come Simon Haykin e del suo valido collaboratore Michael Moher, è giustificata sia dal suo contenuto, ben scelto e curato, sia dalla sua organizzazione fedele a una scansione degli argomenti ora diventata quasi tradizionale ma forte dal punto di vista didattico. Il testo include argomenti delle telecomunicazioni analogiche e digitali (o numeriche, binarie s'intende) che qualsiasi lettore interessato agli aspetti moderni di un settore della tecnologia che permea la vita di ciascuno di noi in modo profondo deve oggi conoscere. Il libro è apprezzabile anche perché non trascura quegli aspetti analogici che per molti anni hanno costituito quasi l'unico bagaglio culturale degli *electrical engineers*, e che ancora oggi sono da conoscere e capire, anche se la tecnologia moderna è quasi tutta numerica. È ancora oggi vero che le apparecchiature e i mezzi trasmissivi che attuano i sistemi di telecomunicazioni hanno sempre a che fare con segnali continui nel tempo e nelle ampiezze, anche se al lettore colto, ma non esperto, sembra che essi trattino soltanto bit, come un calcolatore.

Il lettore interessato potrà continuare lo studio di questo affascinante settore leggendo altri testi, inclusi anche gli altri libri di Haykin elencati in bibliografia, nei quali troverà gli elementi necessari per approfondire i moltissimi argomenti e le tantissime applicazioni delle telecomunicazioni.

Nella realtà italiana delle varie sedi universitarie questo libro si propone di offrire un quadro comune di riferimento sul quale ciascun collega possa costruire il suo particolare insegnamento, avendo sempre presente l'esigenza di offrire ai giovani allievi una base culturale solida per proseguire gli studi nel settore delle telecomunicazioni.

I curatori