

国外电子与通信教材系列

英文版

PEARSON
Prentice
Hall

数字与模拟 通信系统

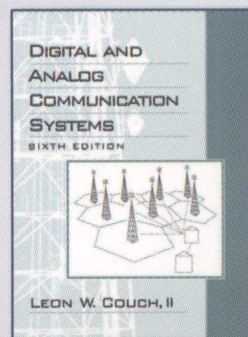
(第六版)

Digital and Analog
Communication Systems

Sixth Edition

[美] Leon W. Couch II 著

邵怀宗 李晓峰 刘廉斧 改编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

国外电子与通信教材系列

数字与模拟通信系统

(第六版)

(英文版)

Digital and Analog Communication Systems

Sixth Edition

[美] Leon W. Couch II

邵怀宗 李晓峰 刘廉斧 改编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在前五版的基础上改编而成,系统地介绍了现代通信系统的基本理论和最新发展技术。全书共分7章,内容包括:绪论;信号与频谱;基带脉冲与数字信号;带通信号传输原理与电路;AM, FM及数字调制系统;随机过程与频谱分析;噪声背景下通信系统的性能。每章都有一定的助学例题及大量的习题,部分例题及习题附有MATLAB仿真软件。此外,本书还包括4个附录,内容有:数学基本公式及图表;概率论及随机变量的简易教程;计算机通信标准;MATLAB入门等。

本书适合作为无线电技术、通信与信息系统等专业的高年级本科生或研究生双语教材,也可作为通信工程技术人员和科研人员的参考书。

Authorized Adaptation from the English language edition, entitled Digital and Analog Communication Systems, Sixth Edition, 0130812234 by Leon W. Couch II, published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, Copyright ©2001.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc. English language adaptation edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD. and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY Copyright ©2007.

English language adaptation edition is manufactured in the People's Republic of China, and is authorized for sale only in People's Republic of China excluding Hong Kong and Macau.

本书英文改编版由电子工业出版社和Pearson Education 培生教育出版亚洲有限公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书简体中文版贴有Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签,无标签者不得销售。此版本在中国印制,并只限在中国大陆地区(不包括中国香港、澳门特别行政区及台湾地区)销售。

版权贸易合同登记号 图字:01-2007-2929

图书在版编目(CIP)数据

数字与模拟通信系统= Digital and Analog Communication Systems, Sixth Edition: 第6版: 英文/(美)库齐二世(Couch II. L. W.)著;邵怀宗,李晓峰,刘廉斧改编.—北京:电子工业出版社,2007.6

(国外电子与通信教材系列)

ISBN 978-7-121-04469-4

I. 数... II. ①库... ②邵... ③李... ④刘... III. ①数字通信系统—教材—英文 ②模拟通信—通信系统—教材—英文 IV. TN914

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第072676号

责任编辑:李秦华

印刷:

装订:北京牛山世兴印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开本:787×980 1/16 印张:42 字数:1398千字

印次:2007年6月第1次印刷

定价:52.00元

凡所购买电子工业出版社的图书有缺损问题,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

序

2001年7月间,电子工业出版社的领导同志邀请各高校十几位通信领域方面的老师,商量引进国外教材问题。与会同志对出版社提出的计划十分赞同,大家认为,这对我国通信事业、特别是对高等院校通信学科的教学工作会很有好处。

教材建设是高校教学建设的主要内容之一。编写、出版一本好的教材,意味着开设了一门好的课程,甚至可能预示着一个崭新学科的诞生。20世纪40年代MIT林肯实验室出版的一套28本雷达丛书,对近代电子学科、特别是对雷达技术的推动作用,就是一个很好的例子。

我国领导部门对教材建设一直非常重视。20世纪80年代,在原教委教材编审委员会的领导下,汇集了高等院校几百位富有教学经验的专家,编写、出版了一大批教材;很多院校还根据学校的特点和需要,陆续编写了大量的讲义和参考书。这些教材对高校的教学工作发挥了极好的作用。近年来,随着教学改革不断深入和科学技术的飞速进步,有的教材内容已比较陈旧、落后,难以适应教学的要求,特别是在电子学和通信技术发展神速、可以讲是日新月异的今天,如何适应这种情况,更是一个必须认真考虑的问题。解决这个问题,除了依靠高校的老师 and 专家撰写新的符合要求的教科书外,引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,是会有好处的。

一年多来,电子工业出版社为此做了很多工作。他们成立了一个“国外电子与通信教材系列”项目组,选派了富有经验的业务骨干负责有关工作,收集了230余种通信教材和参考书的详细资料,调来了100余种原版教材样书,依靠由20余位专家组成的出版委员会,从中精选了40多种,内容丰富,覆盖了电路理论与应用、信号与系统、数字信号处理、微电子、通信系统、电磁场与微波等方面,既可作为通信专业本科生和研究生的教学用书,也可作为有关专业人员的参考材料。此外,这批教材,有的翻译为中文,还有部分教材直接影印出版,以供教师用英语直接授课。希望这些教材的引进和出版对高校通信教学和教材改革能起一定作用。

在这里,我还要感谢参加工作的各位教授、专家、老师与参加翻译、编辑和出版的同志们。各位专家认真负责、严谨细致、不辞辛劳、不怕琐碎和精益求精的态度,充分体现了中国教育工作者和出版工作者的良好美德。

随着我国经济建设的发展和科学技术的不断进步,对高校教学工作会不断提出新的要求和希望。我想,无论如何,要做好引进国外教材的工作,一定要联系我国的实际。教材和学术专著不同,既要注意科学性、学术性,也要重视可读性,要深入浅出,便于读者自学;引进的教材要适应高校教学改革的需要,针对目前一些教材内容较为陈旧的问题,有目的地引进一些先进的和正在发展中的交叉学科的参考书;要与国内出版的教材相配套,安排好出版英文原版教材和翻译教材的比例。我们努力使这套教材能尽量满足上述要求,希望它们能放在学生们的课桌上,发挥一定的作用。

最后,预祝“国外电子与通信教材系列”项目取得成功,为我国电子与通信教学和通信产业的发展培土施肥。也恳切希望读者能对这些书籍的不足之处、特别是翻译中存在的问题,提出意见和建议,以便再版时更正。



中国工程院院士、清华大学教授
“国外电子与通信教材系列”出版委员会主任

出版说明

进入21世纪以来,我国信息产业在生产和科研方面都大大加快了发展速度,并已成为国民经济发展的支柱产业之一。但是,与世界上其他信息产业发达的国家相比,我国在技术开发、教育培训等方面都还存在着较大的差距。特别是在加入WTO后的今天,我国信息产业面临着国外竞争对手的严峻挑战。

作为我国信息产业的专业科技出版社,我们始终关注着全球电子信息技术的发展方向,始终把引进国外优秀电子与通信信息技术教材和专业书籍放在我们工作的重要位置上。在2000年至2001年间,我社先后从世界著名出版公司引进出版了40余种教材,形成了一套“国外计算机科学教材系列”,在全国高校以及科研部门中受到了欢迎和好评,得到了计算机领域的广大教师与科研工作者的充分肯定。

引进和出版一些国外优秀电子与通信教材,尤其是有选择地引进一批英文原版教材,将有助于我国信息产业培养具有国际竞争能力的技术人才,也将有助于我国国内在电子与通信教学工作中掌握和跟踪国际发展水平。根据国内信息产业的现状、教育部《关于“十五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》的指示精神以及高等院校老师们反映的各种意见,我们决定引进“国外电子与通信教材系列”,并随后开展了大量准备工作。此次引进的国外电子与通信教材均来自国际著名出版商,其中影印教材约占一半。教材内容涉及的学科方向包括电路理论与应用、信号与系统、数字信号处理、微电子、通信系统、电磁场与微波等,其中既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择 and 自由组合使用。我们还将与国外出版商一起,陆续推出一些教材的教学支持资料,为授课教师提供帮助。

此外,“国外电子与通信教材系列”的引进和出版工作得到了教育部高等教育司的大力支持和帮助,其中的部分引进教材已通过“教育部高等学校电子信息科学与工程类专业教学指导委员会”的审核,并得到教育部高等教育司的批准,纳入了“教育部高等教育司推荐——国外优秀信息科学与技术系列教学用书”。

为做好该系列教材的翻译工作,我们聘请了清华大学、北京大学、北京邮电大学、南京邮电大学、东南大学、西安交通大学、天津大学、西安电子科技大学、电子科技大学、中山大学、哈尔滨工业大学、西南交通大学等著名高校的教授和骨干教师参与教材的翻译和审校工作。许多教授在国内电子与通信专业领域享有较高的声望,具有丰富的教学经验,他们的渊博学识从根本上保证了教材的翻译质量和专业学术方面的严格与准确。我们在此对他们的辛勤工作与贡献表示衷心的感谢。此外,对于编辑的选择,我们达到了专业对口;对于从英文原书中发现的错误,我们通过与作者联络、从网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订;同时,我们对审校、排版、印制质量进行了严格把关。

今后,我们将进一步加强同各高校教师的密切关系,努力引进更多的国外优秀教材和教学参考书,为我国电子与通信教材达到世界先进水平而努力。由于我们对国内外电子与通信教育的发展仍存在一些认识上的不足,在选题、翻译、出版等方面的工作中还有许多需要改进的地方,恳请广大师生和读者提出批评及建议。

电子工业出版社

教材出版委员会

主 任	吴佑寿	中国工程院院士、清华大学教授
副主任	林金桐	北京邮电大学校长、教授、博士生导师
	杨千里	总参通信部副部长, 中国电子学会会士、副理事长 中国通信学会常务理事、博士生导师
委 员	林孝康	清华大学教授、博士生导师、电子工程系副主任、通信与微波研究所所长 教育部电子信息科学与工程类专业教学指导分委员会委员 清华大学深圳研究生院副院长
	徐安士	北京大学教授、博士生导师、电子学系主任
	樊昌信	西安电子科技大学教授、博士生导师 中国通信学会理事、IEEE 会士
	程时昕	东南大学教授、博士生导师
	郁道银	天津大学副校长、教授、博士生导师 教育部电子信息科学与工程类专业教学指导分委员会委员
	阮秋琦	北京交通大学教授、博士生导师 计算机与信息技术学院院长、信息科学研究所所长 国务院学位委员会学科评议组成员
	张晓林	北京航空航天大学教授、博士生导师、电子信息工程学院院长 教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导分委员会副主任委员 中国电子学会常务理事
	郑宝玉	南京邮电大学副校长、教授、博士生导师 教育部电子信息科学与工程类专业教学指导分委员会副主任委员
	朱世华	西安交通大学副校长、教授、博士生导师 教育部电子信息科学与工程类专业教学指导分委员会副主任委员
	彭启琮	电子科技大学教授、博士生导师
	毛军发	上海交通大学教授、博士生导师、电子信息与电气工程学院副院长 教育部电子信息与电气学科教学指导委员会委员
	赵尔沅	北京邮电大学教授、《中国邮电高校学报(英文版)》编委会主任
	钟允若	原邮电科学研究院副院长、总工程师
	刘 彩	中国通信学会副理事长兼秘书长, 教授级高级工程师 信息产业部通信科技委副主任
	杜振民	电子工业出版社原副社长
	王志功	东南大学教授、博士生导师、射频与光电集成电路研究所所长 教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会主任委员
	张中兆	哈尔滨工业大学教授、博士生导师、电子与信息技术研究院院长
	范平志	西南交通大学教授、博士生导师、信息科学与技术学院院长

改编者序

本书改编自美国佛罗里达大学 Leon W. Couch II 教授所著的 “Digital and Analog communication System, Sixth Edition” 一书。该书作为通信工程专业高年级本科生的通信原理教材，得到了国内外诸多大学的认可和采用，有较大的影响力和知名度。

本书全面系统地阐述了现代通信系统的基本原理和方法。通过多年的双语教学和实践，得到了老师和同学的一致好评。该书的英语表达通俗易懂，比较适合本科学生进行学习；有利于专业英语和专业课程的双双提高。此外，本书中含有大量的技术标准，因此，内容比较完整和系统，具有较强的可读性。但是，这样处理，使本书内容也大大增加。鉴于在教学中学生的阅读量和阅读水平，和国内大部分学校均开设有《通信系统》的单独课程。因此，在改编中，经过仔细斟酌，并遵循既要让读者使用时觉得该教材具有完备性，又能表达原著者的本意。为此，在改编时，主要将第 8 章中关于有线及无线通信系统的内容删除，并对原著中的一些笔误作了校正。

本书适用作为无线电技术、通信与信息系统及其相关专业的高年级本科生作为双语教学的教材或辅助教材。

改编者

PREFACE

Continuing the tradition of the first to fifth editions of this book, this new edition provides the latest up-to-date treatment of digital communication systems. It includes a number of new study-aid examples and homework problems, many of which require solutions via a personal computer. It is written as a textbook for junior or senior engineering students and is also appropriate for an introductory graduate course or as a modern technical reference for practicing electrical engineers.

To learn about communication systems, it is essential to first understand *how communication systems work*. Based on the principles of communications (power, frequency spectra, and Fourier analysis) that are covered in the first five chapters of this book, this understanding is motivated by the use of extensive examples, study-aid problems, and the inclusion of adopted standards. Especially interesting is the material on wire and wireless communication systems. Also of importance is the effect of noise on these systems, since, without noise (described by probability and random processes), one could communicate to the limits of the universe with negligible transmitted power. In summary, this book covers

the essentials needed for the understanding of wire and wireless communication systems and includes adopted standards. These essentials are

- How communication systems work: Chapters 1 through 5.
- The effect of noise: Chapters 6 and 7.

This book is ideal for either a one-semester or a two-semester course. For a one-semester course, the basics of how communication systems work may be taught by using the first five chapters. For a two-semester course, the whole book is used.

This book covers *practical aspects* of communication systems developed from a sound *theoretical basis*.


THE THEORETICAL BASIS

- Digital and analog signals
- Magnitude and phase spectra
- Fourier analysis
- Orthogonal function theory
- Power spectral density
- Linear systems
- Nonlinear systems
- Intersymbol interference
- Complex envelopes
- Modulation theory
- Probability and random processes
- Matched filters
- Calculation of SNR
- Calculation of BER
- Optimum systems
- Block and convolutional codes

THE PRACTICAL APPLICATIONS

- PAM, PCM, DPCM, DM, PWM, and PPM baseband signaling
- OOK, BPSK, QPSK, MPSK, MSK, OFDM, and QAM bandpass digital signaling
- AM, DSB-SC, SSB, VSB, PM, and FM bandpass analog signaling
- Time-division multiplexing and the standards used
- Digital line codes and spectra
- Circuits used in communication systems
- Bit, frame, and carrier synchronizers
- Software radios
- Frequency-division multiplexing and the standards used
- Telecommunication systems
- Telephone systems
- Digital subscriber lines
- Satellite communication systems

- Effective input-noise temperature and noise figure
- Link budget analysis
- SNR at the output of analog communication systems
- BER for digital communication systems
- Fiber-optic systems
- Spread-spectrum systems
- AMPS, GSM, iDEN, TDMA, and CDMA cellular telephone and PCS systems
- Digital and analog television systems
- Technical standards for AM, FM, TV, DTV, and CATV
- Protocols for computer communications
- Technical standards for computer communications
- MATLAB M files
- Mathematical tables
- Study-aid examples
- Over 550 homework problems with selected answers
- Over 60 computer-solution homework problems
- Extensive references
- Emphasis on the design of communication systems

Many of the equations and homework problems are marked with a personal computer symbol, , which indicates that the given equation or problem has a MATLAB and MATH-CAD solution on an available floppy disk or via the Internet at www.couch.ece.ufl.edu or www.prenhall.com/couch.

This book is an outgrowth of my teaching at the University of Florida and is tempered by my experiences as an amateur radio operator (K4GWQ). I believe that the reader will not understand the technical material unless he or she works some homework problems. Consequently, over 550 problems have been included. Some of them are easy, so that the beginning student will not become frustrated, and some are difficult enough to challenge the more advanced students. All the problems are designed to provoke thought about, and understanding of, communication systems.

I appreciate the help of the many persons who contributed to this book and the very helpful comments that have been provided by the reviewers—in particular, Marvin Siegel of the Department of Electrical Engineering at the University of Michigan and J. B. O’Neal of North Carolina State University. I also appreciate the help of my colleagues at the University of Florida. I thank my wife, Dr. Margaret Couch, who typed the original and revised manuscripts.

Leon W. Couch, II
Gainesville, Florida
couch@ece.ufl.edu

LIST OF SYMBOLS

There are not enough symbols in the English and Greek alphabets to allow the use of each letter only once. Consequently, some symbols may be employed to denote more than one entity, but their use should be clear from the context. Furthermore, the symbols are chosen to be generally the same as those used in the associated mathematical discipline. For example, in the context of complex variables, x denotes the real part of a complex number (i.e., $c = x + jy$), whereas in the context of statistics, x might denote a random variable.

Symbols

a_n	a constant
a_n	quadrature Fourier series coefficient
A_c	level of modulated signal of carrier frequency f_c
A_e	effective area of an antenna
b_n	quadrature Fourier series coefficient
B	baseband bandwidth

B_p	bandpass filter bandwidth
B_T	transmission (bandpass) bandwidth
c	a complex number ($c = x + jy$)
c	a constant
c_n	complex Fourier series coefficient
C	channel capacity
C	capacitance
$^{\circ}\text{C}$	degrees Celsius
dB	decibel
D	dimensions/s, symbols/s ($D = N/T_0$), or baud rate
D_f	frequency modulation gain constant
D_n	polar Fourier series coefficient
D_p	phase modulation gain constant
e	error
e	the natural number 2.7183
E	modulation efficiency
E	energy
$\mathcal{E}(f)$	energy spectral density (ESD)
E_b/N_0	ratio of energy per bit to noise power spectral density
f	frequency (Hz)
$f(x)$	probability density function (PDF)
f_c	carrier frequency
f_i	instantaneous frequency
f_0	a (frequency) constant; the fundamental frequency of a periodic waveform
f_s	sampling frequency
F	noise figure
$F(a)$	cumulative distribution function (CDF)
$\tilde{g}(t)$	complex envelope
$\hat{g}(t)$	corrupted complex envelope
G	power gain
$G(f)$	power transfer function
h	Planck's constant, 6.2×10^{-34} joule-s
$h(t)$	impulse response of a linear network
$h(x)$	mapping function of x into $h(x)$
H	entropy
$H(f)$	transfer function of a linear network
i	an integer
I_j	information in the j th message
j	the imaginary number $\sqrt{-1}$
j	an integer
k	Boltzmann's constant, 1.38×10^{-23} joule/K
k	an integer
$k(t)$	complex impulse response of a bandpass network
K	number of bits in a binary word that represents a digital message
K	degrees Kelvin ($^{\circ}\text{C} + 273$)

l	an integer
ℓ	number of bits per dimension or bits per symbol
L	inductance
L	number of levels permitted
m	an integer
m	mean value
$m(t)$	message (modulation) waveform
$\tilde{m}(t)$	corrupted (noisy received) message
M	an integer
M	number of messages permitted
n	an integer
n	number of bits in message
$n(t)$	noise waveform
N	an integer
N	number of dimensions used to represent a digital message
N	noise power
N_0	level of the power spectral density of white noise
$p(t)$	an absolutely time-limited pulse waveform
$p(t)$	instantaneous power
$p(m)$	probability density function of frequency modulation
P	average power
P_e	probability of bit error
$P(C)$	probability of correct decision
$P(E)$	probability of message error
$\mathcal{P}(f)$	power spectral density (PSD)
$Q(z)$	integral of Gaussian function
$Q(x_k)$	quantized value of the k th sample value, x_k
$r(t)$	received signal plus noise
R	data rate (bits/s)
R	resistance
$R(t)$	real envelope
$R(\tau)$	autocorrelation function
$s(t)$	signal
$\tilde{s}(t)$	corrupted signal
S/N	ratio of signal power to noise power
t	time
T	a time interval
T	absolute temperature (Kelvin)
T_b	bit period
T_e	effective input-noise temperature
T_0	duration of a transmitted symbol or message
T_0	period of a periodic waveform
T_0	standard room temperature (290 K)
T_s	sampling period
u_{11}	covariance

$v(t)$	a voltage waveform
$v(t)$	a bandpass waveform or a bandpass random process
$w(t)$	a waveform
$W(f)$	spectrum (Fourier transform) of $w(t)$
x	an input
x	a random variable
x	real part of a complex function or a complex constant
$x(t)$	a random process
y	an output
y	an output random variable
y	imaginary part of a complex function or a complex constant
$y(t)$	a random process
α	a constant
β	a constant
β_f	frequency modulation index
β_p	phase modulation index
δ	step size of delta modulation
δ_{ij}	Kronecker delta function
$\delta(t)$	impulse (Dirac delta function)
ΔF	peak frequency deviation (Hz)
$\Delta\theta$	peak phase deviation
ϵ	a constant
ϵ	error
η	spectral efficiency [(bits/sec)/Hz]
$\theta(t)$	phase waveform
λ	dummy variable of integration
λ	wavelength
$\Lambda(r)$	likelihood ratio
π	3.14159
ρ	correlation coefficient
σ	standard deviation
τ	independent variable of autocorrelation function
τ	pulse width
$\varphi_j(t)$	orthogonal function
ϕ_n	polar Fourier series coefficient
ω_c	radian carrier frequency, $2\pi f_c$
\equiv	mathematical equivalence
\triangleq	mathematical definition of a symbol

DEFINED FUNCTIONS

$J_n(\cdot)$	Bessel function of the first kind, n th order
$\ln(\cdot)$	natural logarithm
$\log(\cdot)$	base 10 logarithm

$\log_2(\cdot)$	base 2 logarithm
$Q(z)$	integral of a Gaussian probability density function
$Sa(z)$	$(\sin z)/z$
$u(\cdot)$	unit step function
$\Lambda(\cdot)$	triangle function
$\Pi(\cdot)$	rectangle function

OPERATOR NOTATION

$\text{Im}\{\cdot\}$	imaginary part of
$\text{Re}\{\cdot\}$	real part of
$\overline{[\cdot]}$	ensemble average
$\langle[\cdot]\rangle$	time average
$[\cdot] * [\cdot]$	convolution
$[\cdot]^*$	conjugate
$/[\cdot]$	angle operator or angle itself, see Eq. (2-108)
$ [\cdot] $	absolute value
$[\hat{\cdot}]$	Hilbert transform
$\mathcal{F}[\cdot]$	Fourier transform
$\mathcal{L}[\cdot]$	Laplace transform
$[\cdot] \cdot [\cdot]$	dot product



CONTENTS

LIST OF SYMBOLS

1. INTRODUCTION

1

- 1-1 Historical Perspective 2
- 1-2 Digital and Analog Sources and Systems 5
- 1-3 Deterministic and Random Waveforms 6
- 1-4 Organization of the Book 6
- 1-5 Use of a Personal Computer and MATLAB 7
- 1-6 Block Diagram of a Communication System 8

1-7	Frequency Allocations	10
1-8	Propagation of Electromagnetic Waves	12
1-9	Information Measure	16
1-10	Channel Capacity and Ideal Communication Systems	18
1-11	Coding	19
	<i>Block Codes,</i>	20
	<i>Convolutional Codes,</i>	22
	<i>Code Interleaving,</i>	25
	<i>Code Performance,</i>	25
	<i>Trellis-Coded Modulation,</i>	28
1-12	Preview	29
1-13	Study-Aid Examples	29
	Problems	30

2 SIGNALS AND SPECTRA

33

2-1	Properties of Signals and Noise	33
	<i>Physically Realizable Waveforms,</i>	34
	<i>Time Average Operator,</i>	35
	<i>Dc Value,</i>	36
	<i>Power,</i>	37
	<i>Rms Value and Normalized Power,</i>	39
	<i>Energy and Power Waveforms,</i>	40
	<i>Decibel,</i>	40
	<i>Phasors,</i>	42
2-2	Fourier Transform and Spectra	43
	<i>Definition,</i>	43
	<i>Properties of Fourier Transforms,</i>	46
	<i>Parseval's Theorem and Energy Spectral Density,</i>	48
	<i>Dirac Delta Function and Unit Step Function,</i>	51
	<i>Rectangular and Triangular-Pulses,</i>	54
	<i>Convolution,</i>	58
2-3	Power Spectral Density and Autocorrelation Function	61
	<i>Power Spectral Density,</i>	61
	<i>Autocorrelation Function,</i>	63
2-4	Orthogonal Series Representation of Signals and Noise	65
	<i>Orthogonal Functions,</i>	65
	<i>Orthogonal Series,</i>	67
2-5	Fourier Series	68
	<i>Complex Fourier Series,</i>	68