



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



电子信息与电气学科规划教材 · 电子电气基础课程

模拟电路与数字电路

(第2版)

寇戈 蒋立平 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY <http://www.phei.com.cn>

TN710/52=2

2008

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
电子信息与电气学科规划教材·电子电气基础课程

模拟电路与数字电路

(第2版)

寇 戈 蒋立平 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书主要介绍模拟电路和数字电路的基本理论与基本计算,全书内容分为四个部分,共 13 章。第一部分为第 1 章绪论,介绍电子电路相关基本概念;第二部分为模拟电路,包括第 2~7 章,内容为:半导体器件基础、放大电路基础、放大电路中的反馈、集成运算放大器、正弦波振荡电路和直流稳压电源;第三部分为数字电路,包括第 8~13 章,内容为:数字逻辑基础、组合逻辑电路、时序逻辑电路引论、时序逻辑电路的分析和设计、存储器和可编程逻辑器件,以及脉冲信号的产生与整形;第四部分为附录 A~E,内容包括:国产半导体分立元件和集成电路型号命名方法、电子电路教学常用 EDA 软件简介、集成电路基础知识、常见电子电路术语中英文对照和习题参考解答。

本书注重基本概念、基本原理与基本计算的介绍,力求叙述简明扼要,通俗易懂,图形符号均采用了新国标,可以作为普通高等院校非电类各专业、电气信息类计算机专业及其他相近专业的电子技术基础课程教材,也可供有关工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电路与数字电路/寇戈,蒋立平编著. —2 版. —北京:电子工业出版社,2008.7

电子信息与电气学科规划教材·电子电气基础课程

ISBN 978-7-121-06390-9

I. 模… II. ①寇…②蒋… III. ①模拟电路—高等学校—教材②数字电路—高等学校—教材
IV. TN710 TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 052420 号

责任编辑:韩同平 特约编辑:刘汝辉

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

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:787×1092 1/16 印张:23.25 字数:628 千字

印 次:2008 年 7 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:36.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,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 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

第 2 版前言

本书第 1 版出版以来,承蒙厚爱,已印刷多次,被许多兄弟院校选为教材(台湾地区也引其出版作为高校教材使用),在此编者深表感谢。目前该教材已入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材,编者在受到鼓励和鞭策的同时,也感到了很大的责任。一本优秀教材的出现不是一蹴而就的,它凝聚了编者、编辑、出版社和读者的共同心血,希望通过我们的不断努力,为读者奉献一本经得起时间检验而非昙花一现的好教材。

编者根据在教学中的体会和各兄弟高校使用本教材过程中提出的宝贵意见和建议,对本书第 1 版进行了修订,以使其更好地为教学服务。本次修订在保持第 1 版的特色及主要框架的基础上,主要做了如下改动:

(1) 增加放大电路部分例题,通过理论与实际的结合,使学生更深刻地掌握模拟电路部分最重要的内容;

(2) 增加 EDA, AD/DA 转换,以及大规模集成电路和纳米电子学等内容与概念,使教材与现代科学技术的新进展结合起来,力求使本教材具有较高的前沿性和时代性,学生可以通过基础知识的学习触摸到学科发展的最新脉搏;

(3) 数字电路部分增加“存储器与可编程逻辑器件”一章(第 12 章),以反映数字电路的迅速发展;

(4) 删去原书内容中过难过繁部分,突出重点,加强基础;

(5) 每章增加“本章学习目标与小结”,前后呼应,便于读者对整体内容的把握;

(6) 增加常见电子电路术语的中英文对照,力求使教材更方便读者多方位使用;

(7) 增加习题答案,便于教师授课及学生自学;

(8) 订正第 1 版的印刷错误。

全书分四个部分:第一部分是第 1 章绪论;第二部分是模拟电路,内容包括第 2~7 章;第三部分是数字电路,内容包括第 8~13 章;第四部分是附录,包括半导体分立元件和集成电路型号命名方法,电子电路教学常用 EDA 软件简介,集成电路基础知识,电子电路常用术语的中英文对照,以及本书习题的参考答案与解题思路。

本教材由寇戈主编,寇戈、蒋立平分别负责模拟电路和数字电路部分的修订工作。对于南京理工大学领导及同事给予本教材的关心和厚爱,在此一并表示感谢!

本书配有电子课件,若需要可与作者联系,电子邮件地址 mdandsd@2008.sina.com。

由于编者的水平有限,对本教材中存在的缺点和错误,恳请读者批评指正,以期进一步完善。

编 者

本书结构	第一部分	第 1 章	绪论
	第二部分	第 2 章	半导体器件基础
		第 3 章	放大电路基础
		第 4 章	放大电路中的反馈
		第 5 章	集成运算放大器
		第 6 章	正弦波振荡电路
		第 7 章	直流稳压电源
	第三部分	第 8 章	数字逻辑基础
		第 9 章	组合逻辑电路
		第 10 章	时序逻辑电路引论
		第 11 章	时序逻辑电路的分析与设计
		第 12 章	存储器和可编程逻辑器件
		第 13 章	脉冲信号的产生与整形
	第四部分	附录 A	国产半导体分立元件和集成电路型号命名方法
附录 B		电子电路教学常用 EDA 软件简介	
附录 C		集成电路基础知识	
附录 D		常见电子电路术语中英文对照	
附录 E		习题参考解答	

第 1 版前言

本教材是根据国家教委高等学校工科《电子技术基础课程教学基本要求》,参照非电类模拟电路和数字电路课程教学大纲编写的。为适应教学改革的要求,本教材压缩了一些对于非电类专业过高过深的内容及一些繁杂的运算,突出了该课程基本概念、基本技能的要求,并增加了一些电子技术的最新进展,使学生既能全面了解本学科的概貌,又能结合实际运用,重点学习一些基础理论,为日后进一步学习、研究奠定基础,这一出发点与 21 世纪对高级专业技术人才既有较深理论知识,又有较强动手能力的培养要求是相吻合的。

目前电子线路的相关教材不少,但是适宜于非电类专业授课 80 学时(模拟电路与数字电路各为 40 学时)的教材却不多,因此编者迫切感到编写一本合适教材的紧迫性。本教材在编写过程中,紧密结合教学实际,体现了如下编写思路:

(1) 针对非电类的教学要求,力求简明扼要,并且语言通俗易懂,便于学生学习。

(2) 突出技术基础课的特点,强调基础,尽量简化分析,避免大量的、繁杂的公式推导,注重应用,使学生在在学习过程中逐步建立理论知识应与实际联系的观点。

(3) 在结构安排方面注意内容的系统性及完整性,从电子线路大前提出发,将模拟电路与数字电路两者的区别和联系突出体现,使学生既能对于两种电路形成完整不可分割的概念,又能区分二者的使用场合,最终目的是使学生在在使用本教材时,将模拟电路与数字电路作为一门完整的课程来学习,掌握电子线路的基本理论,能进行简单、初步的设计,为今后深入学习及运用奠定基础。

(4) 在内容的取舍上,由于数字电子技术的迅猛发展,因此数字电路内容较传统非电类教材有一定篇幅的增长,模拟电路部分也加强了集成电路内容(第 5 章),使教材内容符合电子技术的发展趋势。

(5) 文字符号和图形符号全部采用新的国家标准。

全书分为两部分,共 12 章。第一部分为模拟电路,内容包括绪论、半导体器件基础、放大电路基础、反馈放大电路、集成运算放大器、正弦波振荡电路和直流电源;第二部分为数字电路,内容包括数字逻辑基础、组合逻辑电路、时序逻辑电路引论、时序逻辑电路的分析与设计、脉冲信号的产生与整形。书中注有“*”号处,是选讲内容,可根据学时多少,决定取舍。

本书第一部分由寇戈编写,第二部分由蒋立平编写,寇戈负责全书的统稿工作。书稿承蒙东南大学无线电系黄正瑾教授审阅,提出了许多建议和意见,在此深表谢意!

由于编著者水平所限,书中难免存在错误与不当之处,诚恳希望读者批评指正。

编 者

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可,复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为;歪曲、篡改、剽窃本作品的行为,均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人应承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序,保护权利人的合法权益,我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为,本社将奖励举报有功人员,并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话: (010)88254396; (010)88258888

传 真: (010)88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址: 北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编: 100036

目 录

第一部分

第1章 绪论	(1)
1.1 电子技术相关基本概念	(1)
1.2 电子技术的发展历史及其研究热点	(6)
1.2.1 电子技术的发展历史	(6)
1.2.2 与电子技术相关的研究热点	(8)
1.3 电路模型	(9)
1.4 电子电路的特点及研究方法	(11)
1.5 学习本课程的目的及方法	(11)
本章小结	(11)

第二部分 模拟电路

第2章 半导体器件基础	(12)
2.1 半导体的基本知识	(12)
2.1.1 本征半导体	(12)
2.1.2 杂质半导体	(13)
2.1.3 PN结及其单向导电性	(14)
2.2 晶体二极管	(16)
2.2.1 晶体二极管的结构、符号、类型	(16)
2.2.2 晶体二极管的伏安特性与等效电路	(17)
2.2.3 晶体二极管的主要参数	(19)
2.2.4 晶体二极管的温度特性	(19)
2.2.5 晶体二极管的应用	(20)
2.2.6 稳压管	(22)
2.3 晶体三极管	(23)
2.3.1 晶体三极管的结构、符号、类型及应用	(23)
2.3.2 晶体三极管的电流分配及放大作用	(24)
2.3.3 晶体三极管的伏安特性与等效电路	(27)
2.3.4 晶体三极管的主要参数	(29)
2.4 场效应管	(30)
2.4.1 场效应管的结构、类型	(31)
2.4.2 场效应管的工作原理	(31)
2.4.3 场效应管的特性曲线	(33)
2.4.4 场效应管的符号表示及主要参数	(34)

本章小结	(35)
习题	(36)
第3章 放大电路基础	(38)
3.1 放大电路的基本概念	(38)
3.2 共发射极放大电路	(38)
3.2.1 共发射极组态基本放大电路的构成	(38)
3.2.2 共发射极组态基本放大电路的工作原理	(39)
3.3 放大电路的分析方法	(40)
3.3.1 静态和动态	(40)
3.3.2 直流通路和交流通路	(40)
3.3.3 放大电路的静态分析	(41)
3.3.4 放大电路的动态分析——图解分析法	(42)
3.3.5 放大电路的动态分析——小信号模型法	(47)
3.4 用H参数小信号模型分析共发射极基本放大电路	(50)
3.4.1 求电压增益	(51)
3.4.2 求输入电阻和输出电阻	(51)
3.5 稳定静态工作点的放大电路	(53)
3.5.1 温度对工作点的影响	(53)
3.5.2 分压式偏置电路	(54)
3.6 共集电极电路和共基极电路	(57)
3.6.1 共集电极放大电路(射极输出器)	(57)
3.6.2 共基极放大电路	(59)
3.6.3 三种基本组态放大电路的比较	(60)
3.7 放大电路的频率响应	(62)
3.7.1 幅频特性和相频特性	(62)
3.7.2 波特图	(62)
3.7.3 共发射极放大电路的频率特性	(63)
3.8 场效应管放大电路	(64)
3.8.1 FET放大电路的静态分析	(64)
3.8.2 FET放大电路的小信号模型分析法	(65)
3.9 多级放大电路	(67)
3.9.1 多级放大电路概述	(67)
3.9.2 多级放大电路的分析	(68)
3.10 放大电路的主要性能指标	(71)
本章小结	(73)
习题	(74)
第4章 放大电路中的反馈	(78)
4.1 反馈的基本概念	(78)
4.2 反馈的分类	(79)
4.3 负反馈放大电路的增益	(82)

4.4 负反馈对放大电路性能的改善	(85)
本章小结	(88)
习题	(89)
第5章 集成运算放大器	(91)
5.1 集成运算放大器的构成	(91)
5.1.1 差分式放大电路	(91)
5.1.2 差分式放大电路的静态分析和动态分析	(94)
5.1.3 偏置电路	(101)
5.1.4 功率放大电路	(104)
5.2 集成运算放大器	(108)
5.2.1 集成运算放大器的符号	(108)
5.2.2 集成运算放大器的主要参数	(108)
5.2.3 理想运算放大器的特性	(109)
5.3 集成运算放大器的基本运算电路	(112)
5.3.1 求和运算电路	(112)
5.3.2 减法运算电路	(113)
5.3.3 积分电路和微分电路	(115)
*5.3.4 对数电路和指数电路	(116)
5.4 集成运算放大器的非线性应用	(116)
5.4.1 电压比较器	(116)
*5.4.2 非正弦波产生电路	(119)
本章小结	(121)
习题	(122)
第6章 正弦波振荡电路	(126)
6.1 正弦波振荡电路的基本原理	(126)
6.2 正弦波振荡电路的组成、分类和分析方法	(128)
6.3 RC 振荡电路	(129)
6.3.1 文氏桥式振荡电路	(129)
6.3.2 RC 移相式振荡电路	(131)
6.3.3 双 T 式振荡电路	(132)
6.4 LC 振荡电路	(132)
*6.5 石英晶体振荡电路	(135)
本章小结	(137)
习题	(137)
第7章 直流稳压电源	(140)
7.1 直流稳压电源的基本组成	(140)
7.2 整流电路	(140)
7.2.1 半波整流电路	(141)
7.2.2 单相全波整流电路	(142)
7.2.3 桥式全波整流电路	(142)

7.3 滤波电路	(144)
7.3.1 电容滤波	(144)
7.3.2 其他滤波电路	(145)
7.4 稳压电路	(146)
7.4.1 稳压管稳压电路	(146)
7.4.2 晶体管串联型稳压电路	(147)
*7.4.3 晶体管开关型稳压电路	(148)
7.4.4 集成稳压电路	(150)
本章小结	(150)
习题	(151)

第三部分 数 字 电 路

第 8 章 数字逻辑基础	(153)
8.1 数制与 BCD 码	(154)
8.1.1 常用数制	(154)
8.1.2 几种简单的编码	(159)
8.2 逻辑代数基础	(160)
8.2.1 基本逻辑运算	(160)
8.2.2 复合逻辑运算	(163)
8.2.3 逻辑电平与正、负逻辑	(165)
8.2.4 基本定律和规则	(166)
8.2.5 逻辑函数的标准形式	(170)
8.2.6 逻辑函数的化简	(177)
本章小结	(187)
习题	(187)
第 9 章 组合逻辑电路	(189)
9.1 由基本逻辑门构成的组合电路的分析和设计	(189)
9.1.1 组合电路的一般分析方法	(189)
9.1.2 组合电路的一般设计方法	(190)
9.2 MSI 构成的组合逻辑电路	(192)
9.2.1 自顶向下的模块化设计方法	(192)
9.2.2 编码器	(194)
9.2.3 译码器	(198)
9.2.4 数据选择器	(206)
9.2.5 加法器	(212)
9.2.6 数值比较器	(216)
本章小结	(218)
习题	(219)
第 10 章 时序逻辑电路引论	(221)
10.1 时序逻辑电路的基本概念	(221)

· X ·

10.1.1 时序逻辑电路的结构模型	(221)
10.1.2 状态表和状态图	(222)
10.2 存储器件	(223)
10.3 锁存器	(224)
10.3.1 RS 锁存器	(224)
10.3.2 门控 RS 锁存器	(227)
10.3.3 D 锁存器	(227)
10.4 触发器	(228)
10.4.1 主从触发器	(229)
10.4.2 边沿触发器	(232)
10.4.3 集成触发器	(235)
* 10.5 触发器的脉冲工作特性	(235)
10.6 触发器逻辑功能的转换	(236)
10.6.1 代数法	(237)
10.6.2 图表法	(238)
10.7 触发器应用举例	(239)
本章小结	(241)
习题	(241)
第 11 章 时序逻辑电路的分析与设计	(244)
11.1 MSI 构成的时序逻辑电路	(245)
11.1.1 寄存器和移位寄存器	(245)
11.1.2 计数器	(251)
11.1.3 移位寄存器型计数器	(263)
11.1.4 序列信号发生器	(267)
11.2 同步时序逻辑电路的分析方法	(269)
11.3 同步时序逻辑电路的设计方法	(271)
本章小结	(277)
习题	(278)
* 第 12 章 存储器和可编程逻辑器件	(281)
12.1 概述	(281)
12.2 存储器	(283)
12.2.1 只读存储器(ROM)	(283)
12.2.2 随机存取存储器(RAM)	(287)
12.3 可编程逻辑器件(PLD)	(290)
12.3.1 可编程阵列逻辑(PAL)	(291)
12.3.2 通用阵列逻辑(GAL)	(297)
12.3.3 PLD 的开发过程	(302)
本章小结	(303)
习题	(303)
第 13 章 脉冲信号的产生与整形	(304)

13.1	555 集成定时器	(304)
13.2	施密特触发器	(306)
13.2.1	用 555 定时器构成的施密特触发器	(306)
13.2.2	集成施密特触发器	(307)
13.2.3	施密特触发器的应用	(307)
13.3	单稳态触发器	(308)
13.3.1	用 555 定时器构成的单稳态触发器	(308)
13.3.2	用施密特触发器构成的单稳态触发器	(310)
13.3.3	集成单稳态触发器	(310)
13.3.4	单稳态触发器的应用	(311)
13.4	多谐振荡器	(313)
13.4.1	用 555 定时器构成的多谐振荡器	(313)
13.4.2	用施密特触发器构成的多谐振荡器	(315)
13.4.3	石英晶体多谐振荡器	(315)
	本章小结	(316)
	习题	(317)

第四部分 附 录

附录 A	国产半导体分立元件和集成电路型号命名方法	(319)
附录 B	电子电路教学常用 EDA 软件简介	(321)
附录 C	集成电路基础知识	(323)
附录 D	常见电子电路术语中英文对照	(324)
附录 E	习题参考解答	(328)
	参考文献	(356)

第一部分

第1章 绪 论

本章学习目标:

- 了解电子技术在科技领域所处地位及应用范围。
- 了解电子技术有关名词、术语、基本概念及电子技术发展历史,掌握电子系统的基本组成。
- 掌握电子电路的特点和分析方法,明确本课程的学习任务,为学好这门课程奠定基础。

电子技术已渗透到工业、农业、科技和国防等各个领域,宇宙航行、人造卫星、通信、广播电视、电子计算机、自动控制、电子医疗设备以及我们的日常生活都离不开电子技术。20 世纪下半叶迅速发展起来的激光、光纤、光盘存储等技术及其与电子技术结合形成的光电子技术已经成为信息社会的重要技术基础。特别是世界进入信息时代的 21 世纪后,作为信息技术发展基础之一的电子技术必将随着微电子技术、光电子技术和其他高技术的进步而飞速发展,应用领域将更加广泛,给人类带来全新的工作方式和生活方式。

本章主要介绍电子技术的一些基本概念和电子系统的基本组成,简要介绍电子电路的特点和分析方法,为学好这门课程奠定基础。

1.1 电子技术相关基本概念

本节简要介绍电子技术的研究内容,模拟信号与数字信号,模拟电路与数字电路,分立元件电路与集成电路,A/D 与 D/A 转换电路,以及电子系统等相关基本概念。

1. 电子技术

电子技术是研究电子器件、电子电路及其应用的科学技术。

电子器件用来实现信号的产生、放大、调制及探测等功能,常见的电子器件有电子管、晶体管 and 集成电路等。

电子电路是组成电子设备的基本单元,由电阻、电容、电感等电子元件和电子器件构成,具有某种特定功能。

2. 模拟信号与数字信号

信号是信息的载体。在人们周围的环境中,存在着电、声、光、磁、力等各种形式的信号。电子技术所处理的对象是载有信息的电信号。目前对于电信号的处理技术已经比较成熟。但是,在通信、测量、自动控制以及日常生活等各个领域也会遇到非电信号的处理问题,在实际中经常需要把待处理的非电信号先变成电信号,经过处理后再还原成非电信号。

在电子技术中遇到的电信号按其不同特点可分为两大类,即模拟信号和数字信号。

在时间上和幅值上均是连续的信号叫做模拟信号。此类信号的特点是,在一定动态范围内幅值可取任意值。许多物理量,例如声音、压力、温度等均可通过相应的传感器转换为时间连续、数值连续的电压或电流。图 1.1 所示为一随时间变化的模拟电压信号波形。

与模拟信号相对应,时间和幅值均离散(不连续)的信号叫做数字信号。数字信号的特点是幅值只可以取有限个值。图 1.2 所示为一常见的、应用最广的二进制数字信号波形。

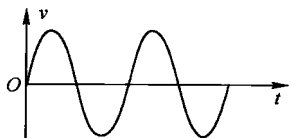


图 1.1 模拟电压信号波形



图 1.2 二进制数字信号波形

同一个物理量,既可以采用模拟信号进行表征,也可以采用数字信号进行表征。例如,传统的录音磁带是以模拟形式记录声音信息的,而 CD 光盘(compact laser disk)则是以数字形式记录声音信息的。

3. 模拟电路与数字电路

模拟信号和数字信号的特点不同,处理这两种信号的方法和电路也不同。一般地,电子电路可分为模拟电路和数字电路两大类。

处理模拟信号的电子电路称为模拟电路。模拟电路研究的重点是信号在处理过程中的波形变化以及器件和电路对信号波形的影响,主要采用电路分析的方法。

处理数字信号的电子电路称为数字电路。数字电路着重研究各种电路的输入和输出之间的逻辑关系,分析时常利用逻辑代数、真值表、卡诺图和状态转换图等方法。

模拟电路和数字电路的分析方法有很大的差别,这是由模拟信号和数字信号的不同特点决定的。由于电子电路分为模拟电路和数字电路两部分,通常电子技术也被人们分为模拟电子技术和数字电子技术。但是这两种技术并不是孤立的,在许多情况下往往是模拟和数字两种技术并用的。

但是,随着电子技术的不断发展,数字电路的应用愈来愈广泛,在很多领域取代了模拟电路。其主要原因是:①数字电路更易采用各种算法进行编程,使其应用更加灵活;②数字电路可以提供更高的工作速度;③采用数字电路,数字信息的范围可以更宽,表示精度可以更高;④数字电路可以采用嵌入式纠错系统;⑤数字电路比模拟电路更易做到微型化,等等。

图 1.3 所示为模拟电路和数字电路在一定噪声干扰下的输出信号。图 1.3(a)中的模拟信号由于其所有幅值均为有效值,难以对原始信号进行精确还原,受到噪声干扰的信号如图 1.3(b)所示;而图 1.3(c)中的数字信号由于其特定的幅值,其噪声可以完全去除,如图 1.3(d)所示。由此可以很直观地看出数字电路的抗干扰能力优于模拟电路。

尽管人类已经进入数字时代,但是认为模拟技术已经停滞与过时的想法似乎有些片面。一方面,随着数字技术的进步,对高精度、高速度、高频率、低功耗模拟产品的需求越来越大,模拟产品正沿着继续提高性能的方向前进;另一方面,与数字技术结合的混合信号器件则将是模拟产品的另一个主要发展方向。很多的现代电子系统都包含模拟电路与数字电路两种电路,其性能较之单纯由模拟电路或数字电路构成的系统,更为优越。因此,数字化浪潮也给模拟技

术带来了更为广阔的发展空间,可以预计未来的电路系统将是模拟电路与数字电路共存的。

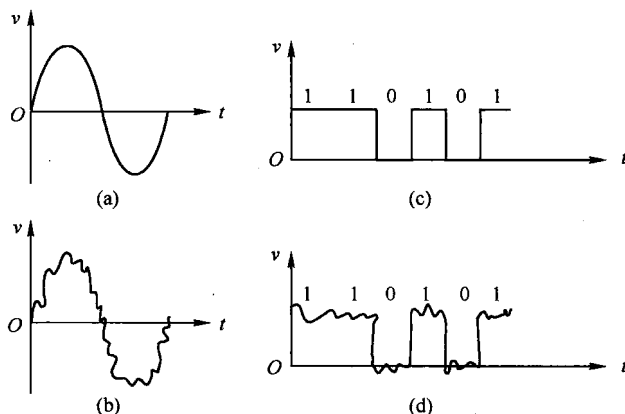


图 1.3 模拟电路和数字电路在一定噪声干扰下的输出信号

在电路的研究过程中,也经常会碰到线性电路和非线性电路两个术语。由电源和线性元件组合而成的电路,属于线性电路。线性元件是指元件的参数与电压、电流等电量无关,线性电路能用线性方程来描述其特性。不能用线性方程来描述其特性的电路称为非线性电路,大部分含电子器件的电路均属于非线性电路。

4. 分立元件电路与集成电路

分立元件电路是将单个的电子元器件连接起来组成的电路。如果用分立元件实现功能复杂的电路或系统,势必造成元器件数目众多,体积、重量和功耗都将增大,而且可靠性也较差。

集成电路是采用一定的制造工艺将所有元器件都制作在一小块硅片上形成的电路。其优点是成本低、体积小、重量轻、功耗低、可靠性高,且便于维修。集成电路的应用范围很广,发展非常迅速。

在模拟电路和数字电路中,虽然都在大量使用集成电路器件,很多场合分立元件电路已经被集成电路所取代,但在这两种不同的电路中,集成电路器件的使用呈现不同的特点。在数字电路中,分立元件电路几乎被淘汰;而在模拟电路中,由于信号形状的多样性,功率要求的多样性,以及集成电路制造技术等原因,无法在集成电路内部实现大阻值电阻、大容量的电容器和电感、变压器等元件,因此在模拟电路的大功率、超高频等领域中,分立元件电路仍有一席之地。

常见的模拟集成电路有集成运算放大器、集成功率放大器、模拟乘法器、锁相环、混频器和检波电路等;常见的数字集成电路有门电路、触发器、编码器、译码器、计数器、运算电路、数据选择器、寄存器和存储器等。

本课程通过介绍分立元件电路,使读者掌握电路的一些基本概念和基本原理,以便进一步学习和研究集成电路。

5. A/D 和 D/A 转换电路

随着数字技术,特别是信息技术的飞速发展与普及,在现代控制、通信及检测等领域,为了提高系统的性能指标,对信号的处理广泛采用了数字技术。由于人类生活在一个连续变化的模拟世界里,系统的实际对象往往都是一些模拟量(如温度、压力、位移、图像等),要使计算机或数字仪表能识别、处理这些信号,各种模拟信号必须通过模数转换电路转换成数字信号;而

经计算机分析、处理后输出的数字量也往往需要将其转换为相应的模拟信号,并经过适当的调整与放大之后,才能成为人类能够感知的声音与图像等信息。这样,就需要一种能在模拟信号与数字信号之间起桥梁作用的电路——模数转换电路和数模转换电路。

将模拟信号转换成数字信号的电路,称为模数转换器(Analog to Digital Converter,简称 A/D 转换器或 ADC);将数字信号转换为模拟信号的电路称为数模转换器(Digital to Analog Converter,简称 D/A 转换器或 DAC)。A/D 和 D/A 转换电路已成为信息系统中不可缺少的接口电路。图 1.4 所示为模拟信号与数字信号转换的示意图。图 1.4(a)所示为模拟信号转换为数字信号,首先模拟信号被周期性地采样,然后对每个采样点进行编码(通常采用二进制编码),这样就可以采用数字形式表示一个量;图 1.4(b)所示为数字信号转换为模拟信号,精确地恢复模拟量数值几乎是不可能的,因为某一个范围内的数值均会采用相同的编码。因此, D/A 转换器只能得到与原来模拟信号近似的还原信号,二者之间一定会存在量化误差,该误差可以通过提高 DAC 的位数(二进制数码的位数),即增多电压等级的方法降低(每个电压等级对应的电压数值越小,理论上可以体现出精度越高)。

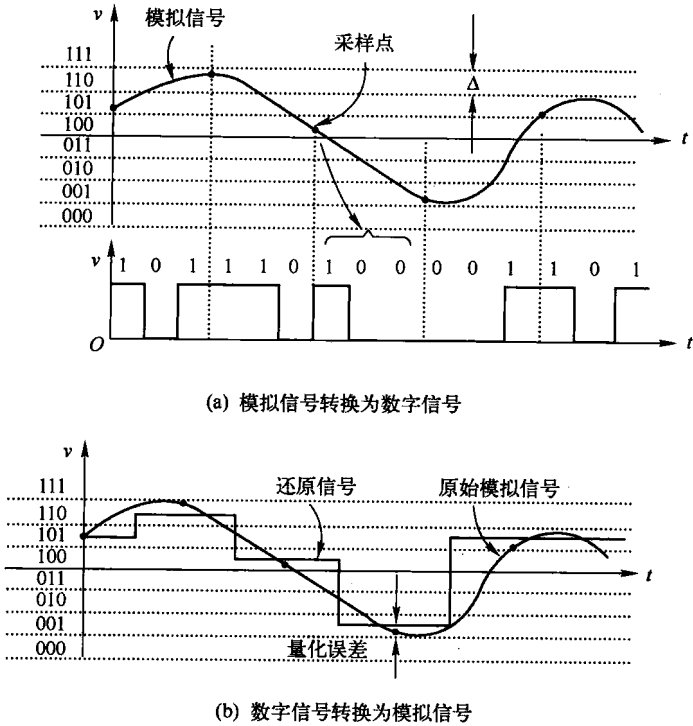


图 1.4 模拟信号与数字信号转换的示意图

6. 电子系统

电子系统是指由相互作用的基本电路和器件构成的能够完成某种特定功能的电路整体。

图 1.5 所示为常见的扩音系统,是一个典型的模拟信号处理系统。先用传声器(话筒)将声波的机械振动转化为电信号,经声频放大器对电信号进行放大,再由扬声器(喇叭)将电信号还原成声音,这样就可以获得提高的音量。

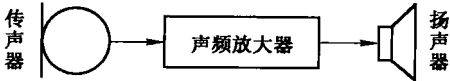


图 1.5 扩音系统