



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

模拟电子技术基础

(第四版)

刘润华 任旭虎 主编

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

模拟电子技术基础

(第四版)



刘润华 任旭虎 主编

质检

高等教育出版社·北京

内容简介

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材（其第二版于2010年获得山东省高等学校优秀教材一等奖），依据教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新修订的“模拟电子技术基础”课程教学基本要求，本着“打好基础，启发创新，注重应用，便于自学”的原则，结合作者多年的教学改革成果和教学经验编写而成。

本书内容包括：绪论，常用半导体器件，放大电路及其特性，分立元件放大电路，集成运算放大器，负反馈放大电路，信号的运算、测量与处理电路，波形的产生与变换电路，功率放大电路，直流稳压电源，模拟电子技术综合应用举例。

本书采用模块化课程体系，在一定程度上解决了“学时少与内容多”的矛盾；分类归并，突出“简明”，节省授课时间，便于读者理解；加强系统概念，注重工程应用；引入了EDA等新技术。

本书可作为高等学校电气、电子信息类等专业的教材，也可作为工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础/刘润华,任旭虎主编.--4版
--北京:高等教育出版社,2017.4

ISBN 978-7-04-047322-3

I. ①模… II. ①刘… ②任… III. ①模拟电路-电子技术-高等学校-教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 020931 号

策划编辑 欧阳舟	责任编辑 平庆庆	封面设计 李树龙	版式设计 马云
插图绘制 杜晓丹	责任校对 刘莉	责任印制 毛斯璐	

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京凌奇印刷有限责任公司		http://www.hepmall.com
开 本	787mm×1092mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	26.5	版 次	2001 年 8 月第 1 版
字 数	640 千字		2017 年 4 月第 4 版
购书热线	010-58581118	印 次	2017 年 4 月第 1 次印刷
咨询电话	400-810-0598	定 价	47.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 47322-00

第四版前言

《模拟电子技术基础》(第四版)是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,在第三版的基础上,依据教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新修订的“模拟电子技术基础”课程教学基本要求,结合作者多年的教学改革成果和教学经验编写而成。适于作为高等学校电气、电子信息类各专业“模拟电子技术基础”课程的教材,也可作为工程技术人员的参考书。

在新的教学形式下,面对学时少,内容多,技术新,要求高的矛盾,本着“打好基础,启发创新,注重应用,便于自学”的原则,本书在内容的处理上考虑了以下几个方面。

1. 先器件后电路。随着近几年许多高校课程学时的压缩,把“模拟电子技术基础”和“数字电子技术基础”两门课安排在同一学期开课,器件是这两门课的公共基础,而且分立电子器件有许多共性问题,所以把分立器件集中放在第1章集中介绍。

2. 集中一章介绍放大电路的共性知识。放大电路分为晶体管放大电路、场效应管放大电路和集成运算放大电路等,这些放大电路的基本概念、基本分析方法等都是相同的,为此,本书集中一章介绍了放大电路的共性内容。根据不同的专业要求,不同的课程学时,可灵活、有选择性地讲解分立元件放大电路,即晶体管放大电路和场效应管放大电路可以多讲,也可以少讲或某一部分甚至不讲。

3. 分类讲解分立元件放大电路。没有把晶体管放大电路和场效应管放大电路分开分别讲解,而是按照反相放大电路(共射极和共源极)、电压跟随器(共集电极和共漏极)和电流跟随器(共基极和共栅极)分类讲解,这样便于学生理解,同时也能节省授课学时。

4. 部分章节增加了实际应用举例,激发学生学习的兴趣。

5. 增加了模拟电子技术综合应用举例。为了加强系统概念,让学生学习完模拟电子技术基础后,能分析一些综合电路和设计一些应用电路,增加了综合应用举例,通过几个实际的、学生感兴趣的例子,详细介绍了实际电路的分析和设计方法以及参数的选择,力求解决学生学完课程后不知如何下手设计的弱点,加强了系统概念,提高了工程设计能力。

6. 每章都安排了EDA软件分析电子电路的例子和习题,便于学生掌握EDA方法。

7. 更新了部分习题和自测题,使其更具灵活性、实用性和工程性。

刘润华教授担任本书主编,负责本书的策划、组织和定稿,并编写了第0、1、2、3、4、7章;

任旭虎担任副主编,编写了第5、6、8、9、10章;参加本书编写的还有刘复玉、刘广孚、游永智、郭亮、郭曙光、李芳、郝宁眉等。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请读者批评指正,并提出修改意见。

编 者

2016年9月

第三版前言

本书是在第二版的基础上,参照新修订的“模拟电子技术基础”课程教学基本要求,结合作者多年的教学改革成果和教学经验编写而成的。反映了当前模拟电子技术发展的主流和趋势,适合作为高等学校电气、电子信息类各专业模拟电子技术基础课程的教材,也可作为工程技术人员的参考书。

面对学时越来越少,内容越来越多,技术越来越新,要求越来越高的矛盾,根据培养大学生创新能力的要求,在编写本书时我们遵循以下原则:保证基础,精选内容,不断更新,便于教学。在内容的编排与处理上考虑了以下几个方面:

1. 先器件后电路。考虑到分立电子器件有许多共性问题,再加上“模拟电子技术基础”和“数字电子技术基础”两门课程都以分立器件为基础,而且许多高校的培养计划都将这两门课程安排在同一学期开课,所以将分立器件放在第1章集中介绍。

2. 把场效应管放大电路归并到基本放大电路。晶体管放大电路的三种组态(共射、共集、共基)和场效应管放大电路的三种组态(共源、共漏、共栅)都是一一对应的,具有相同的特点,将它们归结为三类通用放大器,即反相放大器、电压跟随器、电流跟随器,有利于基本放大器的分析与综合,节省授课时间,便于读者理解。

3. 删减了分立元件电路,加强了集成电路。如晶体管差分放大电路和恒流源电路不再作为一类电路进行分析,而把它们作为集成运算放大器的单元电路,把基准电压源电路作为三端集成稳压器的单元电路,并且简化了这些电路的定量计算。

4. 增加了实用内容和最新内容。如信号测量电路、信号变换电路、在系统可编程模拟器件(ispPAC)、开关电容滤波器、无工频开关电源、电流模型运算放大器、绝缘栅功率晶体(IGBT)等,以适应工业应用和新技术发展的需要。

5. 每章的最后一节安排了利用 Multisim 分析电子电路的例子,而且每章的习题中也增加了这类的题目,便于读者掌握 EDA 方法。

6. 对于难点部分,增加了例题数量,便于读者理解和自学。

7. 在每一章的最后,增加了自测题,引导学生课后复习和总结并检查自己掌握的程度。

8. 为了便于教学,我们还编写了与该书配套的电子教案(可免费提供,与出版社联系)。

参加本书编写的有:刘润华(第1、2章),任旭虎(第0、5、9、10章),郭亮(第3、4章),游永智(第6、7章),刘复玉(第8章),每章的 EDA 部分为郝宁眉编写。刘润华教授为本书主

编,负责本书的策划、组织和定稿。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请读者批评、指正,并提出修改意见。

编 者

2012 年 1 月

目录

第0章 绪论 1

- 0.1 信号及其分类 1
- 0.2 电子技术概述 2
- 0.3 模拟电子技术基础课程的性质与任务 5
- 0.4 模拟电子技术基础课程的特点和学习方法 5

第1章 常用半导体器件 8

- 1.1 半导体基本知识 8
 - 1.1.1 本征半导体 8
 - 1.1.2 杂质半导体 10
- 1.2 PN结的形成及特性 11
 - 1.2.1 PN结的形成 11
 - 1.2.2 PN结的单向导电性 12
 - 1.2.3 PN结的反向击穿特性 14
 - 1.2.4 PN结的电容效应 15
- 1.3 半导体二极管 16
 - 1.3.1 二极管的结构 16
 - 1.3.2 二极管的伏安特性 17
 - 1.3.3 二极管的主要参数 18
 - 1.3.4 二极管的模型 19
 - 1.3.5 其他类型的二极管 21
- 1.4 半导体三极管 26
 - 1.4.1 三极管的结构 26
 - 1.4.2 三极管的电流分配与放大原理 28
 - 1.4.3 三极管的特性曲线 32
 - 1.4.4 三极管的主要参数 34

- 1.4.5 温度对三极管特性及参数的影响 38
- 1.4.6 光电三极管 40

1.5 场效应管 41

- 1.5.1 绝缘栅型场效应管 41
- 1.5.2 结型场效应管 45
- 1.5.3 场效应管的主要参数 47
- 1.5.4 场效应管与三极管的比较及特点 51

* 1.6 二极管应用实例 52

- 1.6.1 备用电池切换电路 52
- 1.6.2 感性负载与二极管保护电路 52

1.7 半导体器件的 Multisim 分析举例 53

习题 56

自测题 59

第2章 放大电路及其特性 61

2.1 放大电路的基本概念及其性能指标 61

- 2.1.1 放大电路的基本概念 61
- 2.1.2 放大电路的性能指标 63

2.2 多级放大电路 66

2.3 放大电路的功率和效率 68

2.4 放大电路的频率响应 70

2.5 放大电路的波形失真 72

- 2.5.1 线性波形失真 72
- 2.5.2 非线性波形失真 74

2.6 差分放大电路	76	3.7 分立元件放大电路对比	
习题	78	总结	109
自测题	79	3.8 多级分立元件放大电路	
第3章 分立元件放大电路	81	分析举例	110
3.1 共发射极放大电路的组成和		3.8.1 多级分立元件放大电路的	
工作原理	81	耦合方式	111
3.1.1 共发射极放大电路的		3.8.2 多级分立元件放大电路	
组成	81	分析举例	113
3.1.2 共发射极放大电路的		3.9 分立元件放大电路的频率	
工作原理	82	响应	116
3.2 共发射极放大电路的图解		3.9.1 无源 RC 电路的频率	
分析法	83	响应	116
3.2.1 共发射极放大电路的		3.9.2 三极管的混合 π 模型及其	
静态分析	83	参数	119
3.2.2 共发射极放大电路的		3.9.3 共射极放大电路的频率	
动态分析	85	响应	124
3.3 共发射极放大电路的小信号		3.9.4 共源极放大电路的频率	
模型分析法	89	响应	131
3.3.1 三极管的小信号模型	89	3.9.5 多级放大电路的频率	
3.3.2 共发射极放大电路的小信号		响应	133
模型法分析	92	3.10 分立元件放大电路的	
3.4 共源极放大电路	98	Multisim 分析举例	134
3.4.1 共源极放大电路的静态		习题	138
偏置及静态分析	98	自测题	148
3.4.2 共源极放大电路的小信号		第4章 集成运算放大器	150
模型	99	4.1 集成运算放大器的组成	150
3.4.3 共源极放大电路的小信号		4.2 集成运算放大器的单元	
模型分析法	100	电路	151
3.5 共集电极和共漏极放大		4.2.1 差分放大电路	151
电路	102	4.2.2 电流源电路	156
3.5.1 共集电极放大		4.3 集成运算放大器简介	159
电路	102	4.3.1 三极管通用型运算放大器	
3.5.2 共漏极放大电路	105	$\mu A741$	159
3.6 共基极和共栅极放大		4.3.2 场效应管通用型运算	
电路	106	放大器 ICL7614	162
3.6.1 共基极放大电路	106	4.4 集成运算放大器的主要	
3.6.2 共栅极放大电路	108	参数	164

4.4.1	输入失调参数	164	5.3.2	减小放大电路的非线性失真	193
4.4.2	差模特性参数	165	5.3.3	扩展放大电路的通频带	194
4.4.3	共模特性参数	165	5.3.4	改善放大电路的输入电阻和输出电阻	195
4.4.4	动态参数	165	5.3.5	放大电路引入负反馈的一般原则	198
4.4.5	电源特性参数	166	5.4	负反馈放大电路的近似计算	200
4.5	集成运算放大器的电压传输特性和理想模型	166	5.4.1	近似计算的依据	200
4.5.1	集成运算放大器的电压传输特性	166	5.4.2	深度负反馈放大电路近似计算举例	201
4.5.2	集成运算放大器的理想模型	167	5.5	负反馈放大电路的稳定条件和措施	207
* 4.6	其他类型的集成运算放大器	168	5.5.1	产生自激振荡的原因及条件	207
4.7	差分放大电路和集成运放的 Multisim 分析举例	174	5.5.2	稳定判据及稳定裕度	208
习题		176	5.5.3	负反馈放大电路的稳定性分析	209
自测题		179	* 5.5.4	频率补偿方法	211
第 5 章	负反馈放大电路	181	5.6	负反馈放大电路的 Multisim 分析举例	214
5.1	反馈的基本概念与增益的一般表达式	181	习题		216
5.1.1	反馈的基本概念	181	自测题		220
5.1.2	反馈放大电路的分类与判别	182	第 6 章	信号的运算、测量与处理电路	223
5.1.3	反馈放大电路增益的一般表达式	184	6.1	基本运算电路	223
5.2	负反馈放大电路的四种组态	185	6.1.1	比例运算电路	223
5.2.1	电压串联负反馈	186	6.1.2	加法运算电路	227
5.2.2	电流并联负反馈	187	6.1.3	减法运算电路	229
5.2.3	电压并联负反馈	189	6.1.4	积分运算电路	230
5.2.4	电流串联负反馈	190	6.1.5	微分运算电路	232
5.2.5	四种负反馈组态电路总结	192	6.1.6	积分、微分运算电路的应用	233
5.3	负反馈对放大电路性能的影响	192	6.2	对数、指数与乘法运算电路	235
5.3.1	提高放大电路放大倍数的稳定性	193	6.2.1	对数运算电路	235

6.2.2 指数运算电路	236	6.8.3 人体脉搏信号测量 电路	268
*6.2.3 对数指数型模拟乘法器 ...	236	6.9 集成运放应用电路的 Multisim 分析举例	269
*6.2.4 变跨导式模拟乘法器	237	习题	272
6.2.5 模拟乘法器的应用	238	自测题	280
6.3 信号检测放大电路	240	第7章 波形的产生与变换 电路	282
6.3.1 测量放大电路	240	7.1 正弦波振荡器的基本 原理	282
6.3.2 可变增益放大电路	242	7.1.1 自激振荡的条件	282
6.3.3 隔离放大电路	245	7.1.2 正弦波振荡器的起振 过程	283
6.3.4 电荷放大电路	246	7.1.3 正弦波振荡器的组成与 分类	284
6.4 信号变换电路	247	7.1.4 正弦波振荡器的分析 步骤	284
6.4.1 电压/电流变换电路	248	7.2 RC 正弦波振荡器	285
6.4.2 电流/电压变换电路	249	7.2.1 RC 串并网络选频 特性	285
6.5 特征值运算电路	249	7.2.2 RC 桥式振荡器的工作 原理	286
6.5.1 绝对值运算电路	249	7.3 LC 正弦波振荡器	289
6.5.2 平均值运算电路	250	7.3.1 LC 并联谐振回路的选频 特性	289
6.5.3 峰值运算电路	251	7.3.2 变压器反馈式 LC 振荡器	291
6.6 有源滤波器	251	7.3.3 三点式 LC 振荡器	292
6.6.1 滤波器的功能和分类	251	7.4 石英晶体振荡器	296
6.6.2 低通有源滤波器	252	7.4.1 石英晶体的特性	296
6.6.3 高通有源滤波器	254	7.4.2 石英晶体振荡器	297
6.6.4 带通有源滤波器	256	7.5 电压比较器	299
*6.6.5 开关电容滤波器	257	7.5.1 单门限比较器	299
*6.7 实际集成运算放大器的 误差分析与正确应用	260	7.5.2 迟滞比较器	303
6.7.1 A_{ud} 和 r_{id} 为有限值的 情况	260	7.5.3 窗口比较器	305
6.7.2 共模抑制比 K_{CMR} 为 有限值的情况	261	*7.5.4 集成电压比较器	306
6.7.3 U_{IO} 、 I_{IO} 和 I_{IB} 不为 0 的 情况	262	7.6 非正弦信号产生电路	307
6.7.4 集成运算放大器的正确 使用	263	7.6.1 方波产生电路	307
6.8 运算放大器应用电路设计 举例	265		
6.8.1 运算放大器电路的设计 技巧	265		
6.8.2 测量电桥和放大器的 设计	267		

7.6.2 三角波产生电路	310	9.2.2 滤波电路	351
7.6.3 锯齿波产生电路	311	9.3 串联型线性稳压电路	354
7.6.4 电压-频率转换电路	312	9.3.1 稳压电路的质量指标	354
* 7.7 应用举例:DDS 波形 发生器	314	9.3.2 串联型线性稳压电路的 工作原理	355
7.8 波形产生电路的 Multisim 分析举例	315	* 9.3.3 串联型线性集成稳压器的 单元电路	357
习题	318	9.3.4 三端固定式输出集成 稳压器及其应用	360
自测题	325	9.3.5 三端可调式输出集成 稳压器及其应用	362
第 8 章 功率放大电路	327	9.4 开关型稳压电路	364
8.1 功率放大电路的一般 问题	327	9.4.1 串联型开关稳压电路的 工作原理	364
8.1.1 功率放大电路的特点	327	9.4.2 集成开关型稳压电路 实例	366
8.1.2 功率放大电路的分类	328	9.5 直流稳压电路的 Multisim 分析举例	369
8.2 互补对称功率放大电路	329	习题	370
8.2.1 乙类互补对称功率放大 电路	329	自测题	375
8.2.2 甲乙类互补对称功率 放大电路	334	第 10 章 模拟电子技术综合应用 举例	376
8.2.3 复合管及准互补乙类功率 放大电路	338	10.1 模拟电子技术综合应用 基础	376
* 8.3 集成功率放大电路	340	10.1.1 概述	376
8.3.1 LM386 通用型集成功率 放大电路	340	10.1.2 模拟电路综合设计的 基本要求	377
8.3.2 专用型集成功率放大 电路	341	10.1.3 模拟电路的设计方法	377
8.3.3 CD4100 音频功率放大 电路	342	10.2 模拟电子技术综合应用 示例	378
8.4 功率放大电路的 Multisim 分析举例	342	10.2.1 集成电路音响放大器 设计	378
习题	344	10.2.2 心电信号检测电路设计	385
自测题	346	10.2.3 工频二线制交流电流 变送器设计	391
第 9 章 直流稳压电源	348	10.2.4 基于电化学传感器的 便携式有毒气体检测 电路设计	395
9.1 概述	348		
9.2 单相整流滤波电路	349		
9.2.1 单相桥式整流电路	349		

10.3 模拟电子技术综合设计

 题目 400

 10.3.1 集成音响放大器设计 ... 400

 10.3.2 小功率限电器的设计 ... 400

 10.3.3 简易数控直流电源的
 设计 402

 10.3.4 测量放大器的设计 402

部分习题参考答案 404

主要参考文献 409

0.1 信号及其分类

信号可以用来传输信息。信息可用语言、文字、图像等来表达,也可以用人们事先规定好的编码来表达。但在很多情况下,这些表达信息的语言、文字、图像、编码等不便于直接传输。因此,在近代科学技术中,常用电信号来传送各种信息,即利用一种变换设备把各种信息转换为随时间作相应变化的电压或电流进行传输。这种随信息作相应变化的电压或电流就是电信号。当电信号传输到目的地后,再利用一种作用与上述变换设备的作用相反的变换设备将电信号还原成原来的信息。

例如,在电视广播系统中,先利用摄像机把景物的光线、色彩转变成图像信号(电压或电流),并利用传声器把声音转变成伴音信号(电压或电流),这些就是电视要传输的带有信息的电信号。然后把这些信号送入电视发射机进行处理,产生一种反映信息变化的便于传输的高频电信号,再由天线将高频电信号转换为电磁波发射出去,在空间传播。电视观众用接收天线截获了电磁波的很小一部分能量送入电视接收机,接收机的作用与发射机相反,它能对接收到的电磁波进行处理,从而恢复出原来的图像和伴音信号,并分别送入显像管与扬声器,供观众欣赏。这个过程可用一个简明的方框图表示,如图 0.1.1 所示。其中,变换器是指把表达信息的景物和声音转换为电信号的装置(如摄像机和传声器),或者反过来,是把电信号转换为景物和声音的装置(如显像管和扬声器等)。

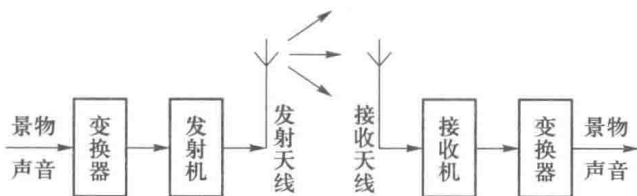


图 0.1.1 电视系统方框图

综上所述,在电子技术中谈到“信号”时,指的就是变化的电压或电流——电信号。根据电信号随时间的变化规律,可将电信号分为两大类:模拟信号和数字信号。

图 0.1.2 所示的电压波形为正弦波和三角波,均为复杂的数学函数。它们随时间的变化规律是不同的,但它们都是**模拟信号**。模拟信号的幅值随时间呈连续变化,波形上任意一点的数值均有其物理意义。在前面介绍的电视系统中,模拟语音的音频信号、模拟图像的视频

信号都是模拟信号,自然界中大部分物理参数都属于模拟量,如温度、压力、速度和重量等。在电子技术中,为了测量和分析的需要,常常将这些物理量转换为模拟信号。

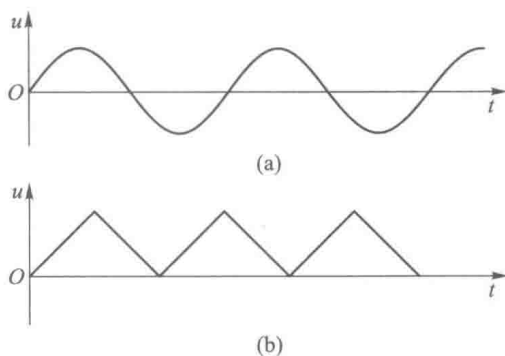


图 0.1.2 两种模拟信号波形
(a) 正弦波; (b) 三角波

与模拟信号相对应的是**数字信号**,它只在某些不连续的瞬时给出函数值,其函数值通常是某个最小单位的整数倍,小于这个最小单位的数值是没有意义的。像电灯的“亮”和“灭”、工厂产品数量的统计等都是数字信号。图 0.1.3 所示的方波信号就是典型的数字信号,一般高电平用“1”表示,低电平用“0”表示。

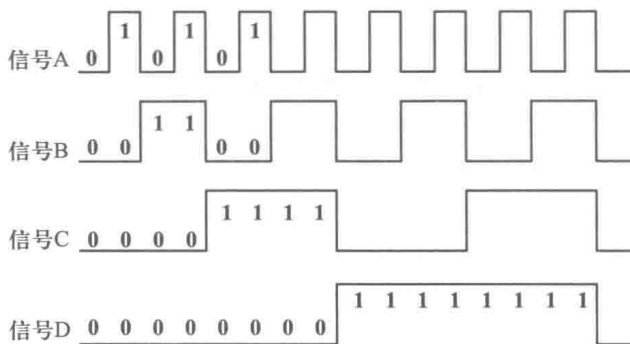


图 0.1.3 典型的数字信号波形

0.2 电子技术概述

所谓电子技术,简单地说就是研究电子器件、电子电路及其应用的技术。为了使读者对电子技术有一个概貌性的了解,下面对电子器件、电子电路及其应用作一简单介绍。

1. 电子器件

在真空、气体或固体中,能控制电子运动规律所制成的器件统称为电子器件。它可分为真空电子器件和固体电子器件两大类。

最早的电子器件是电子管 (Electron Tube), 也称为真空管 (Vacuum Tube)。电子管有密

封的管壳,内部抽成高真空。例如,在热阴极电子管中,有一个阴极,它可由灯丝加热,使温度升高,发射出电子。这些电子受外加电场和磁场的控制,在真空中运动就形成了电子管中的电流。离子管(Ion Tube)是与电子管类似的一种电子器件,它们也要抽成高真空,然后再充以适当的气体,所以也称为充气管(Gas-filled Tube)。这类管子中的电流,除了电子外,正离子也起着作用,因此称为离子管。电子管和离子管都属于电真空器件,是电子器件的第一代。

第二代电子器件是晶体管(Transistor),它们是用半导体材料制成的,也称为半导体器件(Semiconductor Device)或固体器件(Solidstate Device)。这类管子具有体积小、重量轻、寿命长、功耗小等优点,在许多电子设备中已经取代了电子管。然而,半导体器件也有它的弱点,例如过载能力较差、受温度变化的影响较大、外加电压不能太高等。

随着半导体技术的发展,出现了能把许多晶体管与电阻等元件制作在同一块硅晶片上的电路,这种电路被称为**集成电路(Integrated Circuit, IC)**。集成电路内部不仅包含器件,还有元件和连线,是“管”与“路”的结合,因此也称为**集成组件(Module)**。集成电路使电子电路进一步缩小了体积,减轻了重量,降低了功耗,减少了焊接点,提高了工作的可靠性。自从1959年世界上第一块集成电路在美国的德州仪器公司和西屋电气公司诞生以来,它的发展经历了小规模、中规模、大规模和超大规模(SSI、MSI、LSI 和 VLSI)等不同阶段。第一块集成电路上只有4只晶体管,而目前的集成电路已经可以在一块硅片上集成几千万甚至上亿只晶体管。同时,集成电路的性能(高速度和低功耗等)也迅速提高。集成电路的出现,使电子技术产生了一个新的飞跃,进入了微电子(Microelectronics)技术时代,这就是通常所说的第三代、第四代电子器件。

2. 电子电路

电子器件与常用的电阻器、电感器、电容器、变压器、开关等元件适当地连接起来所组成的电路,就称为**电子电路**。它具有控制方便、工作灵敏、响应速度快等特点。电子电路与普通电路的区别在于电子电路包含有电子器件。

由各种单个的电子器件和元件构成的电路称为**分立电路(Discrete Circuit)**。分立电路通常是由许多元件和器件焊接在印制电路板上组成的。复杂的电路有成千上万个焊点,这些焊点的接触不良,往往是电子设备发生故障的主要原因之一,影响了设备的正常运行。

采用集成电路芯片,配合一些分立的元器件,就可以组成具有特定功能的电子系统。利用这种方法设计电子系统,不仅可以使系统的电路结构、设计和制作得到简化,并且能使系统的可靠性和性能价格比有很大提高。

下面简要介绍电子系统所包含的主要部分和各个部分的作用。图 0.2.1 所示为典型的电子系统组成框图。

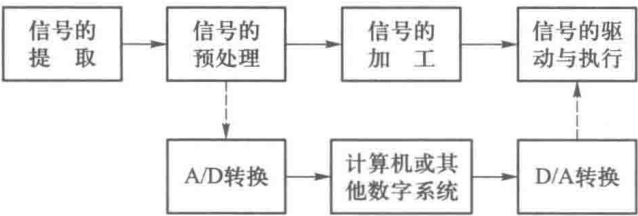


图 0.2.1 典型电子系统组成框图

系统首先采集信号,即进行信号的提取。通常,这些信号来源于各种传感器,或来源于用于测试的信号发生器。对于实际系统,传感器所提供的信号的幅值往往很小,噪声很大,且易受干扰,有时甚至分不清哪个是有用信号,哪个是干扰信号或噪声。因此,在加工信号之前,需要对其进行预处理。进行预处理时,要根据实际情况利用隔离、滤波、阻抗变换等各种手段将信号提取出来并进行放大。当信号足够大时,再进行信号的运算、转换、比较等不同的处理。最后,一般还要经过功率放大以驱动执行机构(负载)。若要进行数字化处理,则首先通过模数转换电路将预处理后的模拟信号转换为数字信号,输入至计算机或其他数字系统,经处理后,再经数模转换电路将数字信号转换为模拟信号,以便驱动负载。

对模拟信号进行处理的电路称为**模拟电路**,对数字信号进行处理的电路称为**数字电路**。因此,图 0.2.1 所示的电子系统是模拟-数字混合系统,信号的提取、预处理、处理、驱动由模拟电路组成。计算机或其他数字系统由数字电路组成,模数转换电路、数模转换电路为模拟电路和数字电路的接口电路。

对模拟信号最基本的处理是放大,而且放大电路是构成各种功能模拟电路的基本电路。在电子系统中,常用的模拟电路及其功能如下:

- ① 放大电路:用于电压、电流或功率信号的放大。
- ② 滤波电路:用于信号的提取、变换或抗干扰。
- ③ 运算电路:完成信号的比例、加、减、乘、除、积分、微分、对数、指数等运算。
- ④ 信号转换电路:用于将电流信号转换成电压信号或将电压信号转换成电流信号,将直流信号转换为交流信号或将交流信号转换为直流信号,将直流电压转换成与之成正比的频率信号等。
- ⑤ 信号产生电路:用于产生正弦波、矩形波、三角波、锯齿波等。
- ⑥ 直流电源:将 200 V、50 Hz 的交流电转换成不同输出电压和电流的直流电,作为各种电子电路的供电电源。

本书将主要介绍上述模拟电路。

3. 电子技术应用

电子技术最初应用于通信系统,它与无线电技术相结合,使通信技术在 20 世纪就获得了惊人的发展。除了无线电外,有线载波通信、激光通信、光纤通信等也都应用了电子技术。

控制是电子技术的另一个广泛的应用领域。在自动控制技术中,电子技术是后起之秀,它具有快速、灵敏、精确等特点,数控机床就是一个例子。在自动控制系统中,首先需要检测被控对象的运行状态,然后进行自动调节,所以控制与测量经常是联系在一起的。目前电子测量技术和电子计量仪表的应用日益广泛。在电子系统中,依靠电子技术,可以远距离测量各发电厂的参数,并及时进行合理的自动调整和调度,保证运行的可靠性,提高劳动生产率。诸如火箭发射等的控制,更是离不开电子技术。

电子技术也有力地推动了计算机技术的发展。20 世纪 40 年代出现的第一台数字电子计算机,用了一万八千个电子管,所需功率 130 kW,重量达 30 t,占地约 150 m²,运算速度每秒仅约 5 000 次,并且故障率高。现代的微型计算机,采用了大规模和超大规模集成电路,具有功耗低、体积小、重量轻、运算速度快、功能强等特点。

电子技术已经深入人们的工作生活。广播、电视、录音、录像,无一不与电子技术有关。在现代教育和教学工作中,电子技术也已经成为一种重要的辅助工具。