

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



高等学校教材
电子信息

模拟电子技术基础 实验及课程设计

金凤莲 编著



清华大学出版社

高等学校教材
电子信息

模拟电子技术基础 实验及课程设计

金凤莲 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是模拟电子技术基础实验及课程设计教材,共分3篇。第1篇介绍模拟电子电路调试与实验基础知识,内容包括实验的目的、要求、误差分析与处理,以及电子电路调试及检修的一般方法。第2篇介绍模拟电子技术基础实验,内容包括基础验证性实验和基础设计性综合实验,共19个。第3篇介绍模拟电子技术基础课程设计,包括课程设计的一般方法和6个课程设计课题。最后是附录部分,介绍电子器件的识别和主要性能参数,以及实验仪器的结构和使用方法等基本知识。

本书强调培养学生的动手能力和对实验测试方法的掌握,提高工程素质和设计能力,本书内容丰富,重在体系完整。可作为高校电子信息类电信、通信、自动化、电气等专业本科的实验和课程设计教材,也可作为有关工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础实验及课程设计/金凤莲编著. —北京:清华大学出版社,2009.9

(高等学校教材·电子信息)

ISBN 978-7-302-19941-0

I. 模… II. 金… III. 模拟电路—电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 059231 号

责任编辑:梁颖 李玮琪

责任校对:李建庄

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17.25 字 数:417 千字

版 次:2009 年 9 月第 1 版 印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:26.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:030399-01

重庆大学	曾孝平	教授
重庆邮电学院	谢显中	教授
	张德民	教授
西安电子科技大学	彭启琮	教授
	樊昌信	教授
西北工业大学	何明一	教授
集美大学	迟 岩	教授
云南大学	刘惟一	教授
东华大学	方建安	教授

改革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合新世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻

性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

(6) 高等学校教材·财经管理与计算机应用。

清华大学出版社经过二十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会
E-mail:dingl@tup.tsinghua.edu.cn

本书是根据高等院校电子信息类专业的模拟电子技术课程的教学大纲,并结合多年教学实践而编写的一本实验和课程设计教材。该教材集实践性、系统性、启发性和适用性为一体,并且体现综合性、设计性、开放性和创新性的实践教学要求。改变了以往实践教学附属于课堂教学,以验证性、演示性实验为主的现状,加强了设计综合性实验的比重,构成了基本技能、设计技能、技术应用能力训练有机结合的实践教学体系,旨在加强学生实验基本技能的综合训练和新实验方法的掌握,培养和提高学生的工程设计能力与实际动手能力。使实践教学向深层次发展,以满足培养学生的应用技能和创新能力的需要。

本书以模拟电子技术基础实验的测试方法、设计方法以及课程设计为主线,突出工科特色,强调与工程实际接轨;以电路的功能为出发点设计选题,选题尽量反映新技术,采用新器件,均有设计举例和设计任务。本书具有体系结构新颖、注重工程应用、能启发思考、易于自学、理论联系实际等特点。

全书共分3篇。第1篇介绍模拟电子电路调试与实验基础知识,内容包括实验的目的、要求、误差分析与处理,以及电子电路调试及检修的一般方法。第2篇介绍模拟电子技术基础实验,内容包括基础验证性实验和基础设计性综合实验,共19个。其中验证性实验内容是参考近几年各高校模拟电子技术的实验项目和我校多年来的教学实践总结出的经验,每个实验项目都是对基本理论知识的加深理解和验证;设计性综合实验体现了对知识的加深理解和综合运用这一过程,培养学生应用知识解决实际问题的能力,实验项目有一定的典型性和代表性。第3篇介绍模拟电子技术基础课程设计,包括课程设计的一般方法和6个课程设计课题。每个课题都是近年来学生选择较多的课题,具有通用性、趣味性和实用性,课题均提供参考电路及其简要说明。附录部分介绍电子器件的识别和主要性能参数及实验仪器的结构和使用方法等基本知识。

为了适应模拟电子技术基础课程实验的不同要求,本教材中每个实验都附有实验原理、参考电路和思考题,多数学生通过自学实验原理内容,即可自行完成实验。由简单到综合,并通过设计、综合性实验教学,鼓励学生自主学习和进行研究性学习,充分调动学生学习的积极性和主动性。使实践教学项目实现“四个层次”(实践基础层、设计技能层、综合应用层和创新实践层),进一步加强工程训练,培养学生的创造力和创新思维。另外,本书图形符号及电路画法采用统一标准。

本书强调培养学生的动手能力和对实验测试方法的掌握,提高工程素质和实践创新能力,本书内容丰富,重在体系完整。可作为高校电子信息类电信、通信、自动化、电气、网络、计算机等专业的本科实验和课程设计教材,也可作为有关工程技术人员的参考书。

“模拟电子技术基础”课程是高等学校电子信息类各专业的一门实践性很强的专业技术基础课。课程中除了讲授必要的基础理论、基本知识和进行必要的基本技能(含实验技能)训练之外,课程设计是一种有效的实践训练环节。实践证明,这个环节能使综合运用所学理论知识,拓宽知识面,系统地进行电子电路的工程实践训练,为后续课程的学习、各类电子设计竞赛、毕业设计,乃至毕业后的工作打下良好的基础。

本书是与“模拟电子技术基础”课程教材配套使用的实验和课程设计教材,旨在使实验教学真正实现与理论教学的完美统一,并起到补充和完善理论教学的目的。作为工科学生不仅需要掌握基本理论知识,而且还需要掌握基本实验技能和具有一定的科研能力。而本书的编写恰好实现了这一目的,通过实验和课程设计不仅可以巩固和加深对基础理论知识的理解,而且可以培养学生独立分析问题、解决问题的能力和严谨的工作作风,从而提高学生综合应用知识的能力,使之成为将来能立足于社会的、有竞争能力的人才。

本书在编写过程中除了依据作者多年来的教学积累和实践经验外,还参阅借鉴了国内相关高等院校有关的教材,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有错误和不妥之处,恳切希望广大读者和同行给予批评指正。

编 者

2009年7月于大连工业大学

第 1 篇 模拟电子电路调试与实验基础知识

第 1 章 模拟电子技术基础实验须知	3
1.1 模拟电子技术基础实验的目的和意义	3
1.2 模拟电子技术基础实验的一般要求	4
1.3 误差分析与测量结果的处理	5
1.3.1 误差的来源与分类	5
1.3.2 误差表示法	6
1.3.3 测量结果的处理	8
第 2 章 电子电路调试与故障检测技术	11
2.1 电子电路的调试	11
2.1.1 调试前的直观检查	11
2.1.2 调试方法	12
2.1.3 调试中注意事项	13
2.2 检查故障的一般方法	14
2.2.1 故障现象和产生故障的原因	14
2.2.2 检查故障的一般方法	15

第 2 篇 模拟电子技术基础实验

第 3 章 模拟电子技术基础验证性实验	19
实验一 共射极单管放大器	19
实验二 射极跟随器	26
实验三 差动放大器	30
实验四 负反馈放大器	34

实验五 模拟运算电路	37
实验六 RC 正弦波振荡器	42
实验七 有源滤波器	46
实验八 OTL 功率放大器	51
实验九 压控振荡器	55
实验十 直流稳压电源(Ⅰ)——串联型晶体管稳压电源	57
实验十一 直流稳压电源(Ⅱ)——集成稳压器	62
第4章 模拟电子技术基础设计性综合实验	67
实验十二 晶体管放大电路	67
实验十三 场效应管放大电路	80
实验十四 差动放大电路	86
实验十五 模拟运算电路	96
实验十六 RC 正弦波振荡电路	103
实验十七 方波-三角波产生电路	107
实验十八 语音放大电路	111
实验十九 多路数据巡回检测与显示电路	121

第3篇 模拟电子技术基础课程设计

第5章 模拟电子技术基础课程设计的一般设计方法	129
5.1 总体方案的选择	130
5.2 单元电路的设计	130
5.3 总电路图的画法	130
5.4 元器件的选择	131
5.5 计算参数	132
5.6 审图	133
5.7 实验	133
第6章 模拟电子技术基础课程设计	134
6.1 扩音机的设计	134
6.1.1 多级放大器的设计	134
6.1.2 扩音机的设计	139
6.2 信号发生器的设计	178
6.2.1 函数发生器的设计	178
6.2.2 多用信号源	184
6.3 电表电路的设计	190
6.3.1 直流电压表和电流表	190

6.3.2	由运放构成的线性整流电路	192
6.3.3	交流电压表和电流表	192
6.3.4	电阻测量电路	193
6.3.5	设计任务	195
6.4	逻辑信号电平测试器的设计	195
6.4.1	电路组成及工作原理	196
6.4.2	设计任务与要求	198
6.4.3	各单元电路的设计	198
6.4.4	整机电路及所用元器件	200
6.5	音频放大器(扩音机)的设计	201
6.5.1	概述	201
6.5.2	设计任务书	209
6.5.3	基本设计方法	210
6.5.4	调试要点	213
6.6	BTL 集成电路扩音板的设计	214
6.6.1	概述	214
6.6.2	设计任务书	216
6.6.3	电路的分析与设计	216
6.6.4	安装调试方法	220
附录 A	THM-3 型模拟电路实验箱使用说明	221
附录 B	常用电子电路元件、器件的识别与主要性能参数	224
附录 C	YB4320/20A/40/60 双踪示波器	243
附录 D	放大器干扰、噪声抑制和自激振荡的消除	258
参考文献		261

高等学校教材·电子信息

第1篇

模拟电子电路调试与实验基础知识

第1章 模拟电子技术基础实验须知

第2章 电子电路调试与故障检测技术

模拟电子技术基础实验须知

1.1 模拟电子技术基础实验的目的和意义

模拟电子技术基础是一门实践性很强的课程,它的任务是使学生获得模拟电子技术方面的基本理论、基本知识和基本技能,培养学生分析问题和解决问题的能力。为此,应加强该门课程的各种形式的实践环节。

对于模拟电子技术基础这样一门具有工程特点和实践性很强的课程,加强工程训练,特别是技能的培养,对于培养工程人员的素质和能力具有十分重要的作用。

在电子技术飞速发展、广泛应用的今天,实验显得更加重要。在实际工作中,电子技术人员需要分析器件、电路的工作原理;验证器件、电路的功能;对电路进行调试、分析,排除电路故障;测试器件、电路的性能指标;设计、制作各种实用电路的样机。所有这些都离不开实验。此外,实验还有一个重要任务,使读者养成勤奋、进取、严肃认真、理论联系实际的作风和为科学事业奋斗到底的精神。

模拟电子技术实验按性质可分为验证性和训练性实验、综合性实验、设计性实验三大类。

验证性和训练性实验主要是针对模拟电子技术本门学科范围内理论验证和实际技能的培养,着重奠定基础。这类实验除了巩固加深某些重要的基础理论外,主要在于帮助学生认识现象,掌握基本实验知识、基本实验方法和基本实验技能。

综合性实验属于应用性实验,实验内容侧重于某些理论知识的综合应用,其目的是培养学生综合运用所学理论的能力和解决较复杂的实际问题的能力。

设计性实验对于学生来说既有综合性又有探索性,它主要侧重于某些理论知识的灵活运用。例如,完成特定功能电子电路的设计、安装和调试等。要求学生在教师指导下独立进行查阅资料、设计方案与组织实验等工作,并写出报告。这类实验对于学生的素质和科学实验能力非常有益。

总之,模拟电子技术实验应当突出基本技能、设计性综合应用能力、创新能力的培养,以适应培养新形势下社会对人才的要求。

1.2 模拟电子技术基础实验的一般要求

尽管模拟电子技术各个实验的目的和内容不同,但为了培养良好的学风,充分发挥学生主动精神,促使其独立思考、独立完成实验并有所创造。本书对模拟电子技术实验的准备阶段、进行阶段、完成阶段和实验报告分别提出以下基本要求。

1. 实验前准备

为避免盲目性,参加实验者应对实验内容进行预习。要明确实验目的要求,掌握有关电路的基本原理(设计性实验则要完成设计任务),拟出实验方法和步骤,设计实验表格,对思考题作出解答,初步估算(或分析)实验结果(包括参数和波形),最后做出预习报告。

实验前,教师要检查预习情况,并对学生提问,预习不合格者不准进行实验。

2. 实验进行

(1) 参加实验者要自觉遵守实验室规则。

(2) 根据实验内容合理布置实验现场。仪器设备和实验装置安放要规范。按实验方案搭接实验电路和测试电路。

(3) 要认真记录实验条件和所得数据、波形(并进行分析判断所得数据、波形是否正确)。发生故障应独立思考,耐心排除,并记下排除故障的过程和方法。

(4) 发生事故应立即切断电源,并报告指导教师和实验室有关人员,等候处理。

师生的共同愿望是做好实验,保证实验质量。这里所谓做好实验,并不是要求学生在实验过程中不发生问题,一次成功。实验过程不顺利不一定是坏事,常常可以从分析故障中增强独立工作能力。相反,“一帆风顺”也不一定有收获。所以做好实验的意思是独立解决实验中所遇到的问题,把实验做成功。

3. 实验完成

实验完成后,可将记录送指导教师审阅签字。经教师同意后才能拆除线路,清理现场。

4. 实验报告

作为一个工程技术人员必须具有撰写实验报告的能力。

(1) 实验报告内容

① 列出实验条件,包括何日何时与何人共同完成什么实验,当时的环境条件、使用仪器名称及编号等。

② 认真整理和处理测试的数据和用坐标纸描绘的波形,并列出表格或用坐标纸画出曲线。

③ 对测试结果进行理论分析,作出简明扼要结论。找出产生误差的原因,提出减少实验误差的措施。

④ 记录产生故障情况,说明排除故障的过程和方法。

⑤ 对本次实验的心得体会,以及改进实验的建议。

(2) 实验报告要求

文理通顺,书写简洁;符号标准,图表齐全;讨论深入,结论简明。

1.3 误差分析与测量结果的处理

在科学实验与生产实践的过程中,为了获取表征被研究对象的特征的定量信息,必须准确地进行测量。而为了准确地测量某个参数的大小,首先要选用合适的仪器设备,并借助一定的实验方法,以获取必要的实验数据;其次是对这些实验数据进行误差分析与数据处理。但人们往往重视前者而忽视后者。

众所周知,在测量过程中,由于各种原因,测量结果(待测量的测量值)和待测量的客观真值之间总存在一定差别,即测量误差。因此,分析误差产生原因,如何采取措施减少误差,使测量结果更加准确等,对实验人员及科技工作者是应该了解和掌握的。

1.3.1 误差的来源与分类

1. 测量误差的来源

测量误差的来源主要有以下几种:

(1) 仪器误差

此误差是由于仪器的电气或机械性能不完善所产生的误差,如校准误差、刻度误差等。

(2) 使用误差

使用误差又称操作误差,它是指在使用仪器过程中因安装、调节、布置、使用不当引起的误差。

(3) 人身误差

人身误差是由于人的感觉器官和运动器官的限制所造成的误差。

(4) 影响误差

影响误差又称环境误差,它是指由于受到温度、湿度、大气压、电磁场、机械振动、声音、光照、放射性等影响所造成的附加误差。

(5) 方法误差

方法误差又称理论误差,它是指由于使用的测量方法不完善、理论依据不严密、对某些经典测量方法作了不适当的修改简化所产生的,即凡是在测量结果的表达式中没有得到反映的因素,而实际上这些因素产生了作用所引起的误差。例如,用伏安法测电阻时,若直接以电压表示值与电流表示值之比作测量结果,而不计电表本身内阻的影响,就会引起误差。又如,测量并联谐振的谐振频率时,常用近似公式为

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

若考虑 L 、 C 的实际串联损耗电阻 r_L 、 r_C 时,实际的谐振频率应为

$$f'_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \sqrt{\frac{1 - r_L^2(C/L)}{1 - r_C^2(C/L)}}$$