

高等职业学校电子信息类、电气控制类专业规划教材

模拟电子技术

(第2版)

陈梓城 邓 海 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容简介

本教材是根据高职、高专电子信息类专业模拟电子技术课程教学基本要求,在第1版的基础上,本着“精选内容、降低难度、加强实践、培养能力、突出应用”的原则修订而成的。

本教材主要包括:半导体二极管及其应用、晶体管及其放大电路、集成运算放大器基础及负反馈电路、集成运算放大器的应用、光电子器件及其应用、功率放大电路、信号产生与变换电路、直流稳压电源、晶闸管电路及其应用、模拟电子电路读图训练,附录中编有 EWB、半导体器件命名方法及参数、电子电路装配工艺简介等内容。在编写过程中充分考虑学生掌握知识的特点和能力,力求做到以培养电子技术应用能力为主线,增加电路制作示例,加强职业针对性。与传统教材相比,增加电路调试、实用电路示例等内容,增强实用性,增加新型器件及其应用,如三端单片开关集成稳压器、集成光电隔离放大器、固态继电器等,突出教学内容的先进性。本书是作者长期高职教学实践和工程实践经验的总结。

本书采用出版物短信防伪系统,用封底下方的防伪码,按照本书最后一页“郑重声明”下方的使用说明进行操作可查询图书真伪并有机会赢取大奖。本书同时附有学习卡,配套学习卡资源,按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明,登录 <http://sve.hep.com.cn>,可上网学习,下载资源。

本教材适用于高等职业技术学院、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校电子信息类专业、电气控制类专业的教学,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术 / 陈梓城, 邓海主编. —2 版. —
北京: 高等教育出版社, 2010.7
ISBN 978-7-04-029791-1

I. ①模… II. ①陈… ②邓… III. ①模拟电路-电
子技术-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 109345 号

策划编辑	陆 明	责任编辑	魏 芳	封面设计	于 涛	责任绘图	尹 莉
版式设计	王艳红	责任校对	杨雪莲	责任印制	毛斯璐		

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	咨询电话	400-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landraco.com http://www.landraco.com.cn
印 刷	国防工业出版社印刷厂	畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2004 年 6 月第 1 版 2010 年 7 月第 2 版
印 张	21	印 次	2010 年 7 月第 1 次印刷
字 数	510 000	定 价	33.80 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 29791-00

第2版前言

本教材自出版以来,多次重印。借再版之机,本着“精选内容、降低难度、加强实践、培养能力、突出应用”的原则进行修订。在修订过程中,做了以下工作。

1. 各章增加了“本章教学目标”,便于教师组织教学及读者掌握教学的重点。
 2. 为降低难度,化解难点,对有的章节进行了改写,删除较难且用处不大的知识,删去各校基本不安排教学的内容,使之符合高职学生的认知能力,增强教材的适用性。
 3. 增加了部分电子器件使用注意事项和电路元器件选择等知识,增强实用性。
 4. 在相关章节增加“电路制作示例”,提供了参考印制电路板图、参考装配图和实物照片等,读者可应用万能印制电路板或面包板进行仿制,进行电路安装、调试,以培养电路安装、调试的能力。这些项目也可作为课程实训和课外兴趣小组活动的课题,培养实践能力。
 5. 增加第10章“模拟电子电路读图训练”,培养读图能力。读图训练习题可作为课程综合实训(课程设计)的课题。本教材给出的制作参考印制电路板图、参考装配图和实物照片等,供装配时参考。
 6. 每章的自我检测题全部改为客观题,方便学生的自我检测。
 7. 为方便组织教学,本教材配有电子教案和习题详解等教学参考资料。
 8. 附录中增加了电子电路装配工艺简介。
- 为方便组织教学,将学时分配建议列表如下。

序号	章节标题	理论教学参考时数	
		下限时数	上限时数
	绪论	1	1
第1章	半导体二极管及其应用	7	7
第2章	晶体管及其放大电路	16	18
第3章	集成运算放大器基础及负反馈电路	8	10
第4章	集成运算放大器的应用	12	14
第5章	光电子器件及其应用	6	8
第6章	功率放大电路	6	8
第7章	信号产生与变换电路	4	12
第8章	直流稳压电源	6	8
第9章	晶闸管电路及其应用		8
第10章	模拟电子电路读图训练	2	4
合计		68	98

本教材由陈梓城、邓海任主编。第5章、第9章由李伟民编写；第3章由朱勤编写；第2章、第4章、第6章、附录A由邓海编写，并完成全书新增“电路制作示例”的电路安装调试和电子教案制作任务；第10章由陈梓城、邓海编写；其余部分由陈梓城编写。陈梓城、邓海共同完成全书的统稿工作。

本教材在第1版出版以后，编者得到同行专家和读者的鼓励和建议，为本次修订奠定了基础；在修订过程中，编者参阅了大量的参考文献，借此机会对关心本教材的专家、读者和参考文献的作者一并表示衷心感谢！

本书采用出版物短信防伪系统，用封底下方的防伪码，按照本书最后一页“郑重声明”下方的使用说明进行操作可查询图书真伪并有机会赢取大奖。本书同时附有学习卡，配套学习卡资源，按照本书最后一页“郑重声明”下方的学习卡使用说明，登录 <http://sve.hep.com.cn>，可上网学习，下载资源。

由于编者水平有限，错误和不妥之处在所难免，恳请同行专家和读者批评指正。

编者

2010年1月

第1版前言

本教材为高等职业技术教育电类专业的技术基础课教材。它是根据高职电类专业模拟电子技术课程教学基本要求编写的。

本教材编写过程中,遵循“精选内容、加强实践、培养能力、突出应用”的原则,力求做到以培养电子技术应用能力为主线,并注意了以下问题:

(1) 加强针对性。教学内容针对电类专业高等技术应用性人才岗位(群)所需的知识、能力来编写。使学生掌握电子电路基本分析方法,具有常用元器件选用能力、常用电子电路读图能力、常用电路设计能力、常用电路调试能力、电路简单故障分析排除能力等;使本课程不仅为专业课学习打基础、为培养再学习能力服务,而且直接地为培养职业能力服务。

(2) 增强实用性。编写过程中力图使教学内容与企业生产现状基本相符,做到理论联系实际,学以致用。淡化公式推导,重在教学生学会元器件和电子电路在实际中的应用。讲述元器件重在外特性、引脚识别、使用注意事项、性能简易测试等实用知识的阐述。讲述电子电路在讲清工作原理后即介绍应用示例、元器件选择计算、电路调试、故障排除等。

(3) 突出教学内容先进性。为使教学内容适应电子技术飞速发展的新形势,突出集成电路及其应用,如集成运放、集成稳压器、集成功放等。并在传统教材的基础上增加了三端单片集成开关电源、集成基准源、集成 U/I 、 I/U 变换器、集成比较器、开关电容滤波器、集成光电隔离放大器等器件及其应用,简介微型二极管、三极管。光电子技术基础单独成章,附录中编有 EWB 及其应用等。

(4) 为增强教材的适用性,知识传授尽量建立在物理概念的基础上,在通俗易懂、降低难度上下功夫,删除传统教材中载流子运动部分;为降低负反馈电路难度,将集成运放基础知识与负反馈合编为一章,重点介绍集成运放构成的负反馈电路,简介分立元件负反馈电路。本教材既适用于初中毕业生五年制高职,又可用于招收高中毕业生的三年制高职、高专和成人高校,也可供工程技术人员参考。

(5) 每章编有自我检测试题,力图做到简洁明快,便于检测知识掌握情况。习题中增加具有实用价值和有利于培养分析问题解决问题能力的题目。

(6) 首次出现的专业术语加英语标注。

本教材教学时数为 70~94 课时,* 部分为选学内容,教学过程中可根据专业的不同和各校实际情况选用。

为了便于组织教学,现将学时分配建议列表如下。

章节序号	章节标题	参考教学时数	
		下限时数	上限时数
	绪论	1	1
第1章	半导体二极管及其应用	7	7
第2章	半导体三极管及其放大电路	16	18
第3章	集成运放基础及负反馈电路	10	10
第4章	集成运算放大器的应用	12	14
第5章	功率放大电路	7	8
第6章	信号产生与变换电路	4	12
第7章	直流稳压电源	6	8
第8章	光电子器件及其应用	7	8
*第9章	晶闸管电路及其应用		8
	合计	70	94

本教材与孙丽霞主编的《数字电子技术》为配套教材,是在同一指导思想下统筹编写的。

本教材由陈梓城教授任主编并负责统稿工作,宋嘉玉、邓海、李伟民参编。其中宋嘉玉编写了第3章、第4章;邓海编写了第2章、第5章、附录A;李伟民编写了第8章、第9章;陈梓城编写了绪论、第1章、第6章、第7章及附录B。

本教材书稿于2001年组织编写,2002年完稿。由东南大学谢嘉奎教授任主审,他对编写提纲及书稿进行了认真仔细审阅,并提出了许多宝贵意见和建议。谢嘉奎教授不幸于2003年6月因病逝世,在本书出版之机,对他为我国高等教育事业贡献毕生精力,作出杰出贡献,表示崇高的敬意!

由于编者水平有限,错误与不妥之处在所难免,恳请同行和读者指正。

编者

本书常用符号表

A	增益、放大倍数
$A(a)$	整流元件的阳极(正极)
A_u	电压增益
A_i	电流增益
A_{ud}	差模电压增益
A_{uc}	共模电压增益
A_{od}	开环差模电压增益
A_{uf}	闭环电压增益
$B(b)$	BJT 的基极
BW	频带宽度(通频带)
C_e	发射极的旁路电容
C_{be}	基极-发射极电容
C_{bc}	基极-集电极电容
C_f	反馈电容
$C(c)$	BJT 的集电极
$D(d)$	场效应管漏极
D	占空比
F	反馈系数
f	频率
f_L	放大器下限频率
f_H	放大器上限频率
f_M	最高工作频率
f_0	中心频率
f_T	特征频率
f_a	BJT 共基极截止频率
f_β	BJT 共射极截止频率
$G(g)$	场效应管的栅极
g_m	跨导
GND	地
I, i	电流
I_{CBO}	发射极开路、集电极-基极间反向饱和电流

I_{CEO}	基极开路、集电极 - 发射极间反向饱和电流
I_i, i_i	输入电流
I_o, i_o	输出电流
I_L	负载电流
$I_{L(\text{AV})}$	负载电流平均值
I_{IB}	输入偏置电流
I_{IO}	输入失调电流
I_{F}	整流电流(二极管正向电流)
I_{R}	反向电流
I_{ZM}	稳压管最大稳定电流
K_{CMR}	共模抑制比
L	电感
M	互感
P_{C}	集电极耗散功率
P_{CM}	集电极最大允许功率
P_{c}	集电极管耗
P_{cm}	集电极最大管耗
P_o	输出功率
P_{om}	最大输出功率
P_{V}	电源功率
Q, q	电荷, 品质因数
Q	静态工作点
R_b, R_e, R_c	接于 BJT 基极、发射极、集电极的电阻
R_{S}	信号源电阻
R_{L}	负载电阻
R_{P}	电位器、可调电阻
r_{be}	BJT 的输入电阻
R_i	放大电路交流输入电阻
R_o	放大电路交流输出电阻
R_{f}	反馈电阻
S	开关
S_u	电压调整率
S_{γ}	稳压系数
S_{R}	转换速率
T	温度
T	变压器
t	时间
THD	非线性失真系数

U, u	电压
U_F	二极管导通正向电压
U_S, u_s	信号源电压
U_i, u_i	输入电压
U_T	温度的电压当量
U_{th}	阈值电压、门槛电压、开启电压
U_{REF}	参考电压
$U_{(BR)CEO}$	基极开路、集电极 - 基极反向击穿电压
$U_{CE(sat)}$	BJT 饱和压降
$U_{(BR)CBO}$	发射极开路、集电极 - 基极反向击穿电压
U_Z	稳压二极管稳压值
V_{CC}	接 BJT 集电极电源
V_{EE}	接 BJT 发射极电源
V_{BB}	接 BJT 基极电源
V_{DD}	接 FET 漏极电源
X, x	电抗, 反馈电路中信号量
Z, z	阻抗
α	BJT 共基接法电流放大系数
η	效率
φ	相角
β	BJT 共射接法电流放大系数
τ	时间常数
ω	角频率

表 1 晶体管各电压和电流符号规定 (以 BJT 为例) 表

项目	静态值(直流)	交流或随时间变化的分量			总量(直流 + 交流)
		瞬时值	有效值	相量	
集电极电压	U_C	u_c	U_c	$\dot{U}_c$	$u_C = U_C + u_c$
集电极电流	I_C	i_c	I_c	$\dot{I}_c$	$i_C = I_C + i_c$
基极电压	U_B	u_b	U_b	$\dot{U}_b$	$u_B = U_B + u_b$
基极电流	I_B	i_b	I_b	$\dot{I}_b$	$i_B = I_B + i_b$
发射极电压	U_E	u_e	U_e	$\dot{U}_e$	$u_E = U_E + u_e$
发射极电流	I_E	i_e	I_e	$\dot{I}_e$	$i_E = I_E + i_e$

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将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,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话:(010) 58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真:(010) 82086060

E-mail:dd@hep.com.cn

通信地址:北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮编:100120

购书请拨打电话:(010) 58581118

短信防伪说明:

本书采用出版物短信防伪系统,用户购书后刮开封底防伪密码涂层,将16位防伪密码发送短信至106695881280,免费查询所购图书真伪,同时您将有机会参加鼓励使用正版图书的抽奖活动,赢取各类奖项,详情请查询中国扫黄打非网(<http://www.shdf.gov.cn>)。

反盗版短信举报:编辑短信“JB,图书名称,出版社,购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话:(010) 58582300/58582301

学习卡账号使用说明:

本书所附防伪标兼有学习卡功能,登录“中等职业教育教学资源网(<http://sv.hep.com.cn>)”或“中等职业教育教学在线(<http://sve.hep.com.cn>)”,可了解中职教学动态、教材信息等;按如下方法注册后,可进行网上学习并下载教学资源:

(1) 在网站首页选择相关的专业课程网,点击后进入。

(2) 在专业课程网页面上“我的学习中心”中,使用个人邮箱注册账号,并完成注册验证。

注册成功后,邮箱地址即为登录账号。

学生:登录后点击“学生充值”,用本书封底上的防伪明码和密码进行充值,可获得一定时间的相应课程学习权限与积分,可上网学习、下载资源和提问等。

中职教师:通过收集10个防伪明码和密码,登录后点击“申请教师”→“升级成为中职课程教师”,填写相关信息,升级成为教师会员,可获得授课教案、教学演示文稿、教学素材等相关教学资源。

使用本学习卡账号如有任何问题,请发邮件至:“4a_admin_zz@pub.hep.cn”。

目 录

绪论	1	基本条件	28
第 1 章 半导体二极管及其应用	4	2.1.3 晶体管的输入、输出特性曲线	30
本章教学目标	4	2.1.4 晶体管的主要参数及温度对特性的影响	33
1.1 半导体二极管	4	2.1.5 晶体管的管脚判别及性能粗测	36
1.1.1 半导体基础知识	4	2.1.6 微型晶体管简介	37
1.1.2 二极管的结构、类型、电路符号	5	2.2 共射基本放大电路	38
1.1.3 二极管的伏安特性	6	2.2.1 放大电路的基本要求	38
1.1.4 温度对二极管特性的影响	8	2.2.2 共射基本放大电路的组成、工作原理	38
1.1.5 二极管主要参数	8	2.2.3 直流通路与交流通路	39
1.1.6 二极管管脚识别及性能简易测试	9	2.2.4 共射基本放大电路静态工作点	41
1.2 特种二极管	10	2.3 共射放大电路的图解分析	42
1.2.1 稳压二极管	10	2.3.1 静态分析	42
1.2.2 变容二极管	11	2.3.2 动态分析	43
1.2.3 肖特基二极管	12	2.3.3 静态工作点对输出波形的影响	43
1.2.4 快速恢复二极管	12	2.4 分压式工作点稳定电路	44
1.2.5 SMT 与微型二极管简介	12	2.4.1 温度对静态工作点的影响	44
1.3 二极管整流电路	14	2.4.2 分压式工作点稳定电路的组成	45
1.3.1 单相半波整流电路	14	2.4.3 分压式工作点稳定电路的工作原理	45
1.3.2 单相全波整流电路	15	2.4.4 静态工作点估算	46
1.3.3 单相桥式整流电路	17	2.5 微变等效电路分析法	47
1.3.4 倍压整流电路	18	2.5.1 晶体管微变等效电路	47
1.4 滤波电路	19	2.5.2 共射基本电路 A_u 、 R_i 、 R_o 估算	48
1.4.1 电容滤波电路	19	2.5.3 分压式工作点稳定电路 A_u 、 R_i 、 R_o 估算	50
1.4.2 电感电容滤波电路	22	2.6 共集电路、共基电路	52
1.4.3 π 型滤波电路	22	2.6.1 共集电路组成、工作原理	52
本章小结	23	2.6.2 共集电路的性能及其应用	52
自我检测题	24	2.6.3 共基电路	54
习题	25	2.7 场效应管及其放大电路	55
第 2 章 晶体管及其放大电路	27	2.7.1 增强型绝缘栅场效应管的结构及其工作原理	55
本章教学目标	27	2.7.2 耗尽型绝缘栅场效应管的结构	
2.1 晶体管	28		
2.1.1 晶体管的结构、电路符号	28		
2.1.2 晶体管的电流放大作用及其放大的			

及其工作原理	57	3.2.3 运算放大器的特性和主要参数	95
2.7.3 结型场效应管	58	3.2.4 典型的双运算放大器简介	97
2.7.4 各类场效应管的比较	59	3.3 负反馈电路	97
2.7.5 场效应管的主要参数	59	3.3.1 反馈	97
2.7.6 场效应管使用注意事项	60	3.3.2 反馈的基本形式及其判别	98
2.7.7 场效应管的偏置电路	60	3.3.3 反馈判别示例	99
2.7.8 场效应管放大电路性能指标 估算	61	3.4 反馈的一般表达式	100
2.8 多级放大器	62	3.4.1 负反馈的电路框图	100
2.8.1 级间耦合方式	62	3.4.2 反馈深度和深度负反馈	101
2.8.2 多级放大电路性能参数估算	64	3.5 负反馈对放大电路性能的影响	102
2.9 共射放大电路的频率特性	64	3.5.1 负反馈对放大器性能的影响	102
2.9.1 频率响应的基本概念和波特图	64	3.5.2 负反馈电路的自激振荡及其 消除	103
2.9.2 BJT 频率参数及共射电路的 电容选择	67	3.6 深度负反馈放大电路电压放大倍数的 估算	104
2.9.3 多级放大电路的频率特性	68	3.6.1 深度负反馈电路的特点	104
2.10 分立元件放大电路设计、制作与 调试	70	3.6.2 深度负反馈放大电路电压放大倍数 的估算	105
2.10.1 阻容耦合分压式工作点稳定电路 设计	70	3.7 负反馈电路应用示例	108
2.10.2 分立元件放大电路的静态调试	71	3.7.1 音调控制电路	108
2.10.3 动态调试与性能指标测试	72	3.7.2 交流电压测量放大电路	109
2.10.4 分立元件放大电路制作示例	74	本章小结	109
本章小结	76	自我检测题	110
自我检测题	77	习题	111
习题	78	第4章 集成运算放大器的应用	115
第3章 集成运算放大器基础及负 反馈电路	83	本章教学目标	115
本章教学目标	83	4.1 集成运放理想化条件和线性应 用条件	115
3.1 差分放大电路	83	4.2 集成运放线性应用基本电路	116
3.1.1 差分放大电路的组成和静态 分析	83	4.2.1 反相输入放大电路	116
3.1.2 共模信号、差模信号及放大 倍数	85	4.2.2 同相输入放大电路	117
3.1.3 差模输入信号的动态分析	86	4.2.3 差分输入放大电路	118
3.1.4 共模输入信号的动态分析	88	4.3 运算电路	119
3.1.5 恒流源	90	4.3.1 相加放大器(加法器)	119
3.1.6 失调、温漂及调零电路	92	4.3.2 积分和微分电路	121
3.2 集成运算放大器	92	4.3.3 测量放大器	123
3.2.1 概述	92	4.3.4 模拟乘法器及其在运算电路中 的应用	124
3.2.2 集成运算放大器的内部电路框图	95	4.4 集成运放在信号转换中的应用	126
		4.4.1 电压-电流转换电路	126
		4.4.2 电流-电压转换电路	127

4.4.3 精密整流电路	128	自我检测题	176
4.5 有源滤波器	128	习题	176
4.5.1 滤波器的基本概念	128	第6章 功率放大电路	178
4.5.2 一阶低通滤波器	129	本章教学目标	178
4.5.3 一阶高通滤波器	130	6.1 低频功率放大电路概述	178
4.5.4 二阶有源滤波器	130	6.1.1 低频功率放大电路的特点和 要求	178
4.5.5 带通滤波器和带阻滤波器	132	6.1.2 功率放大电路的分类	179
4.6 集成运算放大器的非线性应用	136	6.1.3 低频功率放大电路的主要技术 指标	179
4.6.1 集成运放非线性应用条件	136	6.2 乙类互补对称功率放大电路	180
4.6.2 电压比较器	136	6.2.1 OCL 电路	180
4.7 集成运放使用常识及其应用示例	140	6.2.2 OTL 电路	184
4.7.1 集成运放的选用	140	6.2.3 采用复合管的互补对称功率放大 电路	185
4.7.2 外接电阻器的选用	141	6.3 集成功率放大器	187
4.7.3 性能参数测试	142	6.3.1 典型单片功率放大器及其应用	187
4.7.4 集成运放电路的调试	143	6.3.2 典型单片功放实用电路	189
4.7.5 集成运放的保护电路	146	6.3.3 BTL 电路工作原理	190
4.7.6 集成运放应用示例	147	6.4 功放管的安全使用	191
4.7.7 集成运放交流放大电路设计与 制作示例	148	6.4.1 功放管的二次击穿及其保护	191
本章小结	151	6.4.2 功放管的散热	192
自我检测题	151	6.5 功放电路的调试与制作示例	193
习题	152	6.5.1 OTL、OCL 电路调试	193
第5章 光电子器件及其应用	157	6.5.2 集成功放电路的调试	193
本章教学目标	157	6.5.3 集成功放应用电路制作示例	194
5.1 电-光器件及其应用	157	本章小结	196
5.1.1 发光二极管	157	自我检测题	197
5.1.2 发光二极管的应用	159	习题	198
5.1.3 LED 数码管	161	第7章 信号产生与变换电路	200
5.1.4 LED 点阵显示器及其应用	161	本章教学目标	200
5.2 光-电器件及其应用	163	7.1 正弦波振荡电路的基本概念	200
5.2.1 光电二极管及其应用	163	7.1.1 产生正弦波振荡的条件	200
5.2.2 光电晶体管及其应用	165	7.1.2 起振与稳幅	201
5.2.3 太阳能电池	166	7.1.3 振荡电路的组成和分析方法	202
5.3 光电耦合器及其应用	167	7.1.4 正弦波振荡电路的分类	203
5.3.1 光电耦合器	167	7.2 RC 串并联正弦波振荡电路	203
5.3.2 光电耦合器的应用	169	7.2.1 RC 串并联网络的频率特性	204
5.3.3 集成光电隔离放大器及其应用	171	7.2.2 RC 串并联正弦波振荡电路	205
5.4 发光二极管应用电路设计制作示例	172	7.2.3 RC 串并联正弦波振荡电路的 特点	206
5.4.1 发光二极管应用电路设计示例	172		
5.4.2 电源电压报警电路制作示例	174		
本章小结	175		

7.3 LC 正弦波振荡电路	207	8.3.6 直流稳压电源调试	248
7.3.1 LC 并联回路的频率特性	207	8.4 开关稳压电源	250
7.3.2 变压器反馈式 LC 正弦波振荡器	208	8.4.1 开关稳压电源基本原理	251
7.3.3 电感三点式振荡电路	210	8.4.2 由集成脉宽调制器组成开关电源	251
7.3.4 电容三点式振荡电路	211	8.4.3 三端单片开关集成稳压器及其 应用	253
7.3.5 判断三点式振荡电路振荡与否的 简便方法	213	8.5 直流稳压电源设计制作示例	256
7.4 石英晶体振荡器	214	8.5.1 直流稳压电源设计示例	256
7.4.1 石英晶体谐振器	214	8.5.2 直流稳压电源制作示例	259
7.4.2 晶体振荡电路	216	本章小结	260
7.5 非正弦信号发生器	218	自我检测题	260
7.5.1 方波发生器	218	习题	261
7.5.2 占空比可调的矩形波发生器	220	第 9 章 晶闸管电路及其应用	264
7.5.3 三角波发生器与锯齿波发生器	221	本章教学目标	264
7.5.4 集成函数信号发生器	224	9.1 晶闸管结构及工作原理	264
7.6 振荡电路的调试与制作示例	226	9.1.1 晶闸管的结构、电路符号	264
7.6.1 不能自动起振的调试	226	9.1.2 晶闸管工作原理	265
7.6.2 振荡幅度太小和波形不良的调整	227	9.1.3 伏安特性及主要参数	267
7.6.3 RC 振荡电路制作示例	228	9.1.4 其他晶闸管	269
本章小结	230	9.2 单相可控整流电路	270
自我检测题	230	9.2.1 单相半波相控整流电路	271
习题	232	9.2.2 阻性负载单相桥式半控整流 电路	272
第 8 章 直流稳压电源	236	9.2.3 电感性负载半波可控整流电路及 续流二极管	274
本章教学目标	236	9.3 触发电路	276
8.1 直流稳压电源的主要性能指标与 并联稳压电路	236	9.3.1 对晶闸管触发电路的要求	276
8.1.1 直流稳压电源的主要性能指标	236	9.3.2 单结晶体管的结构与特性	276
8.1.2 并联稳压电路组成及其工作原理	237	9.3.3 单结晶体管自激振荡电路	277
8.1.3 并联稳压电路元器件选择	238	9.3.4 单结晶体管触发电路应用示例	278
8.1.4 并联稳压电源适用场合	239	9.3.5 触发二极管及其应用简介	279
8.2 串联反馈型稳压电路	240	9.3.6 集成触发电路简介	280
8.2.1 电路组成	240	9.4 晶闸管电路应用、电路调试 示例	282
8.2.2 工作原理	240	9.4.1 晶闸管应用电路示例	282
8.3 三端线性集成稳压电路与稳压 电源调试	242	9.4.2 固态继电器	283
8.3.1 三端固定式线性集成稳压器	242	9.4.3 晶闸管电路调试示例	285
8.3.2 三端固定式集成稳压器应用电路	243	本章小结	286
8.3.3 三端可调式集成稳压器	246	自我检测题	287
8.3.4 三端可调式集成稳压器基本应用 电路	247	习题	287
8.3.5 几种集成稳压器的主要参数比较	248	第 10 章 模拟电子电路读图训练	290

本章教学目标	290	(GB249—1974)	311
10.1 模拟电子系统基本组成	290	表 B-2 国产硅半导体整流二极管主要	
10.2 电子产品设计生产过程中常用		参数	312
图样	291	表 B-3 2CW、2DW 型稳压二极管的主要	
10.3 电子电路的读图目的、识读方法与		参数	313
步骤	291	表 B-4 几种典型晶体管的主要参数	314
10.4 模拟电子电路读图训练示例	293	附录 C 电子电路装配工艺简介	315
本章小结	297	C.1 印制电路板	315
自我检测题	297	C.2 元器件装配步骤	316
习题	298	C.2.1 焊前准备	316
附录 A 模拟电路的软件仿真——		C.2.2 元器件管脚成形	316
Electronics Workbench		C.2.3 元器件插装	316
简介	303	C.2.4 焊接	317
附录 B	311	参考文献	319
表 B-1 中国半导体分立器件型号的命名方法			

绪 论

自英国物理学家麦克斯韦(J. C. Maxwell)1865年发表了第一篇有关电磁场的论文和德国物理学家赫兹(H. R. Hertz)1887年用实验验证了电磁波的存在,一门新兴的学科——无线电电子学(简称电子学)就诞生了。在短短的一个多世纪内,电子学得到迅速发展,作为研究和应用电子学的电子技术也突飞猛进地发展。

一、电子技术的发展与应用概况

电子技术是研究电子器件、电子电路及其应用的科学技术。电子技术以影响面广、渗透力强、发展速度快、生命力强而引人注目,它的应用日益广泛。人们熟知的通信、广播、电视、计算机、自动化设备、医疗电子设备、人造卫星、宇宙航行、新型武器及家用电器等都与电子技术紧密相连。

各种电子设备都是由电子线路构成的。电子线路是由电子器件(又称有源器件,如电子管、半导体二极管、晶体管、集成电路等)和电子元件(又称无源器件,如电阻器、电容器、电感器、变压器等)组成的具有一定功能的电路。电子器件是电子线路的核心。电子器件的发展促进了电子技术的发展;同时,生产力和科技进步对电子技术的新要求,又促进了电子器件的改进和新型器件的发明。

1904年电子管的发明,使电子技术进入了第一个时代——电子管时代。从此,无线电通信、电视、广播、雷达、导航电子设备和计算机等陆续问世,并得到迅速发展。

1948年贝尔(Bell)实验室发明晶体管后,使电子技术进入晶体管时代,拉开了人类社会步入信息时代的序幕。晶体管的广泛应用,开创了电子设备朝小型化、微型化发展的新局面。

1958年,得克萨斯仪器公司发明了集成电路,使电子技术进入集成电路时代。它的出现打破了由电子管、晶体管等独立电子器件和元件构成分立元件电路(Discrete component circuit)的传统观念,使电子技术的发展与应用有了新的突破。集成电路芯片是通过一系列特定的加工工艺,将晶体管、二极管等有源器件和电阻、电容等无源器件,按照一定的电路互连,“集成”在一块半导体单晶片上,实现特定的电路或系统功能。它具有外接元件少、可靠性高、便于安装与调试等优点。集成电路的集成度以年增长率46%的速率持续发展,而产品价格却直线下降,因而应用范围迅速扩大。集成电路已从20世纪60~70年代的小、中规模进入80~90年代的大规模和超大规模。当前已进入系统集成芯片(System On Chip,缩写为SOC)的时代,可将整个系统或子系统集成在一个硅芯片上。进一步发展,可与特种物理的、化学的和生物的敏感器(完成信息获取功能)和执行器与信息处理系统集成在一起,从而完成信息获取、处理、存储、传输到执行的系统功能,这是一个更广义上的系统集成芯片。可以认为这是电子技术又一次革命性变革。它已如同细胞组成人体一样,成为现代工农业、第三产业、国防装备和家庭耐用消费品的细胞。

2000年以集成电路为基础的电子信息产业已成为世界第一大产业。电子信息产业的发展在国民经济发展中具有十分重要的战略意义。现代经济发展的数据表明,GDP每增长100元,

需要 10 元左右电子工业产值和 1~3 元集成电路产值的支持。几乎所有的传统产业只要与电子技术结合,用集成电路进行智能改造,就会使传统产业重新焕发青春,例如汽车的电子化导致汽车工业的革命,目前先进的现代化的汽车,电子装备已占其总成本的 70%。进入信息化社会,集成电路成为武器的一个组成单元,于是电子战、智能武器应运而生。雷达的精确定位和导航,战略导弹的减重增程,战术导弹的精确制导,巡航导弹的图形识别与匹配,以及各类卫星的有效载荷和寿命的提高,等等,其核心技术都是微电子技术。

美国工程技术界曾评出 20 世纪世界最伟大工程技术成就,评论其中第 5 项电子技术时谈到,“从真空管到半导体,集成电路已成为各行各业智能工作的基石。”由于集成电路的原料是硅,它改变着社会的生产方式和人们的生活方式,不仅成为现代产业和科学技术的基础,而且正在创造着代表着信息时代的硅文化(Silicon Culture)。因此有科学家认为人类继石器、青铜器、铁器时代之后进入硅时代。

二、课程的性质和任务

本课程是高等职业教育电子信息类专业通用的技术基础课程;也是实践性较强的一门主干课程。在本专业人才培养过程中具有重要的地位和作用。

通过理论教学和实验、课程设计等实践教学,使学生获得电子元器件和功能电路及其应用的基本知识,掌握电子技术基本技能,培养学生的创新意识和实践能力,以适应电子技术发展的形势,为后续课程的学习和形成职业能力打好基础。

通过教学使学生获得以下知识和能力。

(1) 熟悉常用电子元器件的性能特点及其应用常识,具有查阅手册、合理选用、测试常用电子元器件的能力。

(2) 掌握常见功能电路的组成、工作原理、性能特点及其分析计算方法,具有常见低频电路读图能力。

(3) 熟悉常见电路的调试方法,具有电路简单故障分析、排除能力。

(4) 了解 EWB 基本操作方法,会用软件进行电路仿真。

三、课程特点和学习方法

本课程是研究模拟电路(Analog circuit)低频部分及其应用的课程。模拟信号是时间上和数值上都连续的信号,它能以电压或电流方式模拟真实世界的物理量(如声音、温度、压力等),它的变化是连续的和平滑的。模拟电路则是产生和处理模拟信号的电路。相对应的在时间上和数值上都是断续的信号称为数字信号,数字电路(Digital circuit)则是产生和处理数字信号的电路。数字电路知识的学习通过数字电子技术课程完成。

本课程有着下列与其他课程不同的特点和分析方法。

(1) 近似估算的方法 半导体器件的物理特性十分复杂,需要进行十分复杂的分析,且其性能参数有很大的不同。由于电子元件的允许误差范围较宽,如电阻器、电容器允许误差:Ⅰ级为 $\pm 5\%$,Ⅱ级为 $\pm 10\%$,Ⅲ级为 $\pm 20\%$ 。所以同一类标称值的元器件有着较大的变化范围。同时,在实际电路中存在着各种寄生参数的影响,如分布电容、分布电感等。因此,在模拟电路的分析过程中,要从实际情况出发,突出主要矛盾,忽略次要因素,采用工程经验公式,采用近似估算的方法。如果不采用近似估算的方法,片面追求数学上的“严密”,势必使问题复杂化,甚至无从解决。