

高职高专电子信息类教材

模拟电子技术教程

李雄杰 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

模拟电子技术教程

李雄杰 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书系根据教育部制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》，并结合长期教学实践经验编写而成。全书共分 10 章，内容包括常用半导体器件、基本放大电路、放大电路中的负反馈、集成运算放大器及其应用、功率放大电路、信号产生电路、电源电路、调制解调与变频、晶闸管及其应用，以及模拟电路可编程技术与仿真。每小节有复习思考题，每章有习题及读图练习，供读者思考与练习。

本书内容丰富，覆盖面广，叙述简明扼要，物理概念清楚，分析由浅入深，重在对电路的认知及对模拟电子技术的应用。

本书可作为高等职业技术教育的电子、信息、电气、自动化及机电一体化等专业的教材，也可作为电子工程技术人员的学习用书。

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

模拟电子技术教程/李雄杰编著. —北京：电子工业出版社，2004.9

高职高专电子信息类教材

ISBN 7-121-00186-1

I. 模… II. 李… III. 模拟电路—电子技术—高等学校：技术学校—教材 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 076861 号

责任编辑：吴金生

印 刷：北京李史山胶印厂

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

经 销：各地新华书店

开 本：787×1092 1/16 印张：18 字数：460 千字

印 次：2004 年 9 月第 1 次印刷

印 数：6 000 册 定价：23.00 元

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系。联系电话：（010）68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

高等职业技术教育有三个显著特点：一是注重岗位能力培养，根据“按需施教、学以致用”的原则，组织课堂教学、实验与实训；二是强调课程体系的针对性，课程设置不是从学科出发，而是从职业岗位群需要出发；三是突出实践环节教学，培养生产、管理及服务第一线的高等技术型人才，并以理论技术为主、以经验技术为辅。

根据高等职业技术教育的特点，本书在编写过程中，除了加强模拟电子电路的基本概念、基本电路、基本原理、基本分析方法及基本应用等重要基础知识及技能的讲解外，还采取了以下一些做法。

1. 以实用性为原则

由于图解法在实际工作中很少用到，因此本书不介绍放大电路的图解分析法。虽然图解法在分析放大电路的失真方面比较直观，但是不采用图解法也能将放大电路的截止和饱和失真分析清楚。等效电路分析法在实际中也很少用到，所以本书仅作简单介绍。

近年来，许多模拟电子技术教材将负反馈的电压串联、电压并联、电流串联及电流并联四种类型的介绍，以集成运算放大器进行举例，以突出集成电路的地位。由于集成运算放大器应用中的负反馈通常只有电压串联和电压并联两种类型，一定要拼凑出电流串联和电流并联类型，不符合高职教材实用性原则。因此，本书负反馈四种类型仍以分立元件经典电路进行介绍。

另外，本书设计了较多的实用性新颖习题及实用电路阅读练习。

2. 重在对电路的认知

认知是应用的前提，认知有深有浅，认知越深，应用越好。认知应该由浅入深，对模拟基本单元电路的认知顺序是：电路的基本结构→元器件的作用→电路的特点→电路的估算→电路的应用场合→元器件参数对电路性能的影响→电路的改进。本书就是根据这一认知顺序进行编写的。

在实际工作中，如果要用到某一放大、运算、振荡、滤波、整流及稳压等基本单元电路，一般不需要进行全程设计，只要通过查实用电路手册，挑选一个合适的电路或稍作改进即可。因此，多将一些基本单元电路、典型的实用电路及特色电路介绍给学生非常重要。在学生头脑中建立电路库，拓宽学生的电路视野，是正确选用电路的基础。

3. 处理好继承与创新的关系

虽然集成电路的应用越来越广泛，但传统的经典电路要继承。经典电路虽然是分立元件电路，但这些电路往往代表着电路的历史，对历史了解不深，就是对电路的认知不深。

创新就是将模拟电子技术的最新成果编入教材。为此，除在各章节中都十分重视对集成电路应用的介绍外，并加大有源滤波电路和开关电源内容的比重，增加直流到直流（DC-DC）变换电路和电池充电电路，第10章还专门介绍模拟电路可编程技术与仿真。

本书共10章，前7章为基本部分，后3章为选讲部分。对于电气、自动化及机电一体化等专业，第8章内容可以不讲；若《电力电子技术》课程已开设，则第9章内容也可以不讲。对于电子信息类的弱电专业，若《高频电子技术》课程没有单独开设，则第8章是

必讲内容。书中有“*”的章节为选讲内容，有“*”的习题为选做习题。

本书是模拟电子技术课程的应知教材。对于普通高中生源的学生，参考课时为 96 学时左右；对于电子类职高生源的学生，参考课时为 64 学时左右。

本书在编写过程中，得到了电子工业出版社吴金生同志的支持与热情鼓励，他认真审阅全书并提出了很多宝贵的修改意见。本书出版前曾是多次试用的教学讲义，鲍志高、胡汉章、巩学梅及徐咏梅老师在试讲过程中对本书的编写提出了许多宝贵的建议，上海理工大学孔凡木教授对本书的体系提出了有益的建议，这些修改意见及建议对提高本书质量十分重要，编者谨此一并致以衷心的感谢。

由于编者学术水平及教学经验有限，书中的错误和缺点难免，敬请有关专家和读者指正。

编著者
2004 年 5 月

本书常用符号表

A	运算放大器	i_B	三极管基极瞬时电流 ($i_B = I_B + i_b$)
A	开环放大倍数 (增益)	i_b	三极管基极交流电流
A_f	闭环放大倍数 (增益)	I_{bm}	三极管基极交流电流峰值
A_i	电流放大倍数 (增益)	I_{BQ}	三极管基极静态直流电流
A_p	功率放大倍数 (增益)	I_C	三极管集电极直流电流
A_u	电压放大倍数 (增益)	i_C	三极管集电极瞬时电流 ($i_C = I_C + i_c$)
A_{uc}	共模电压放大倍数 (增益)	i_c	三极管集电极交流电流
A_{ud}	差模电压放大倍数 (增益)	I_{CBO}	三极管反向饱和电流
BW	放大电路的带宽	I_{CEO}	三极管穿透电流
BW_G	运算放大器单位增益带宽	I_{CM}	三极管集电极最大允许电流
C	电容	I_{CQ}	三极管集电极静态直流电流
C_b	三极管基极隔直电容	I_D	场效应管漏极直流电流
C_e	三极管发射极旁路电容	i_D	场效应管漏极瞬时电流
C_F	反馈电容	i_d	场效应管漏极交流电流
C_i	输入电容	I_{DSS}	场效应管的饱和漏极电流
C_L	负载电容	I_E	三极管发射极直流电流
C_o	输出电容	i_E	三极管发射极瞬时电流 ($i_E = I_E + i_e$)
F	调制信号频率	i_e	三极管发射极交流电流
	放大电路的反馈系数	I_{EQ}	三极管发射极静态直流电流
f_c	载波信号频率	I_F	二极管最大整流电流
f_H	放大电路上限频率		晶闸管额定正向平均电流
f_{Hf}	反馈时的上限截止频率	I_G	晶闸管触发电流
f_I	混频器输出的中频频率	I_H	晶闸管维持电流
f_L	放大电路下限频率	I_{IB}	运算放大器输入偏置电流
	本机振荡频率	i_{id}	反馈电路净输入信号电流
f_{Lf}	反馈时的下限截止频率	I_{IO}	运算放大器输入失调电流
f_M	二极管的最高工作频率	I_L	负载平均电流
Δf_m	调频最大频偏	I_{om}	输出电流峰值
f_p	滤波截止频率	I_R	二极管反向饱和电流
	晶体并联谐振频率	I_Z	稳压管稳定电流
f_s	晶体串联谐振频率	IC	集成电路
f_T	三极管特征频率	K_{CMR}	共模抑制比
f_{β}	三极管共射截止频率	L	电感
f_0	振荡频率、特征频率、谐振频率	P_C	三极管消耗的功率
g_m	场效应管的跨导	P_{CM}	三极管最大耗散功率
I_B	三极管基极直流电流	P_{DC}	直流电源提供的功率
I_b	三极管基极交流电流有效值	P_{DM}	场效应管最大耗散功率

P_N	噪声功率	U_{BQ}	三极管基极静态直流电压
P_{NI}	输入端噪声功率	U_{BR}	晶闸管反向击穿电压
P_{NO}	输出端信号功率	U_C	三极管集电极直流电压
P_o	输出功率	u_C	载波信号电压
P_{omax}	不失真最大输出功率	U_{CBO}	三极管发射极开路时集电极与基极间的反向击穿电压
P_S	信号功率	U_{CC}	三极管集电极电源电压
P_{SI}	输入端信号功率	U_{CE}	三极管集电极与发射极间直流电压
P_{SO}	输出端信号功率	U_{CEO}	三极管基极开路时集电极与发射极间的反向击穿电压
Q	品质因素	U_{CEQ}	三极管集电极与发射极间静态直流电压
R	电阻	U_{CES}	三极管集电极与发射极间的反向击穿电压
R_b	三极管基极偏置电阻	U_{CQ}	三极管集电极静态直流电压
r_{be}	三极管基极与发射极间交流输入电阻	U_{DD}	场效应管漏极电源电压
R_c	三极管集电极电阻	$U_{DS(BR)}$	场效应管漏源击穿电压
r_{ce}	三极管集电极与发射极间交流输入电阻	u_{DSB}	平衡调幅信号电压
R_D	二极管直流电阻	u_{DSQ}	场效应管漏源静态电压
r_d	二极管交流电阻	U_E	三极管发射极直流电压
R_{GS}	场效应管直流输入电阻	U_{EE}	三极管发射极电源电压
R_i	放大电路输入电阻	U_{EQ}	三极管发射极静态直流电压
r_{id}	差模输入电阻	U_F	晶闸管通态平均电压
R_{if}	反馈时的输入电阻	u_f	反馈信号电压
R_L	负载电阻	u_{FM}	调频信号电压
R_o	放大电路输出电阻	U_G	晶闸管控制极触发电压
r_o	稳压电源输出电阻	U_{GG}	场效应管栅极电源电压
r_{od}	差模输出电阻		晶闸管控制极电源电压
R_{of}	反馈时的输出电阻	U_{GK}	晶闸管控制极与阴极间的直流电压
R_s	信号源内阻	$U_{GS(BR)}$	场效应管栅源击穿电压
r_Z	稳压管动态电阻	$U_{GS(off)}$	场效应管夹断电压
S	开关	U_{GSQ}	场效应管栅源静态电压
T	变压器	$U_{GS(th)}$	场效应管开启电压
U_{AA}	晶闸管阳极电源电压	u_i	交流输入电压
u_{AM}	调幅信号电压	u_{ic}	共模输入电压
U_B	三极管基极直流电压	u_{id}	反馈电路净输入信号电压
U_{BB}	三极管基极电源电压		差模输入电压
	单结晶体管电源电压	U_{IO}	运算放大器输入失调电压
U_{BE}	三极管基极与发射极间直流电压	U_L	负载平均电压
U_{BEQ}	三极管基极与发射极间静态直流电压	u_o	交流输出电压
U_{BO}	晶闸管正向转折电压		

U_{om}	输出电压的峰值 集成运算放大器输出饱和电压	VT	三极管 场效应管
U_{omax}	输出电压的最大幅值		晶闸管
U_{REF}	基准电压	α	稳压管温度系数
U_{RM}	二极管最高反向工作电压		共基极电流放大系数
u_s	信号源电压		可控硅控制角
U_{TH}	阈值电压或门限电压	β	共发射极交流电流放大系数
U_{TH1}	上门限电压	$\bar{\beta}$	共发射极直流电流放大系数
U_{TH2}	下门限电压	γ	稳压电源稳压系数
ΔU_{TH}	回差电压	δ	脉冲占空比
U_Z	稳压管稳定电压	η	效率
u_{Ω}	调制信号电压		耦合因数
u_+	运算放大器同相端输入电压	φ	附加相移
u_-	运算放大器反相端输入电压	Ω	调制信号角频率
VD	二极管	ω_c	载波信号频率
VD _Z	稳压二极管		

目 录

绪论	1
第 1 章 常用半导体器件	4
1.1 半导体基础知识	4
1.1.1 半导体特性	4
1.1.2 N 型与 P 型半导体	5
1.1.3 PN 结的形成及单向导电性	6
1.2 半导体二极管	7
1.2.1 二极管的结构、符号及类型	7
1.2.2 二极管的伏安特性	8
1.2.3 二极管的主要参数	9
1.2.4 二极管的直流电阻与交流电阻	9
1.2.5 二极管的测试	10
1.2.6 二极管的应用	11
1.2.7 其他特殊二极管	12
1.3 半导体三极管	16
1.3.1 三极管的结构、符号与类型	16
1.3.2 三极管的电流放大作用	17
1.3.3 三极管的共发射极特性曲线	19
1.3.4 三极管的主要参数	21
1.3.5 三极管的测试	23
1.3.6 其他特殊三极管	25
1.4 场效应管	26
1.4.1 结型场效应管	26
1.4.2 增强型绝缘栅场效应管	29
1.4.3 耗尽型绝缘栅场效应管	30
1.4.4 场效应管的主要参数	31
1.4.5 场效应管特性汇总及与三极管的比较	32
习题	34
第 2 章 基本放大电路	37
2.1 基本放大电路的组成及工作原理	37
2.1.1 放大电路的概念与类型	37
2.1.2 共发射极放大电路的组成	38
2.1.3 交流信号放大原理	39
2.1.4 放大电路的失真现象分析	41
2.1.5 交流等效电路与放大倍数	42

2.2	放大电路的偏置方式	45
2.2.1	温度对三极管特性的影响	45
2.2.2	分压式偏置放大电路	45
2.2.3	其他偏置放大电路	49
2.3	多级放大电路	50
2.3.1	多级放大电路的级间耦合	50
2.3.2	多级放大电路的放大倍数	52
2.3.3	输入电阻与输出电阻	53
2.4	放大电路的频率特性	56
2.4.1	频率特性基本概念	56
2.4.2	单级放大电路的频率特性	56
2.4.3	多级放大电路的频率特性	59
2.5	共集电极与共基极放大电路	59
2.5.1	共集电极放大电路	60
2.5.2	共基极放大电路	61
2.6	场效应管放大电路	63
2.6.1	共源极放大电路	63
2.6.2	共漏极放大电路	65
2.6.3	共栅极放大电路	66
*2.7	放大电路中的噪声与干扰	66
2.7.1	放大电路中的噪声	66
2.7.2	放大电路中的干扰	68
2.8	特色放大电路实例	70
2.8.1	低阻抗话筒前置多级放大电路	70
2.8.2	高输入电阻对称混音放大电路	71
2.8.3	低电源放大电路	71
2.8.4	光控路灯电路	72
2.8.5	LC 高频补偿宽带放大电路	72
2.8.6	共发射极—共基极级联宽带放大电路	73
习题		74
读图练习		78

第3章 放大电路中的负反馈 80

3.1	反馈的基本概念与分类	80
3.1.1	反馈的基本概念	80
3.1.2	负反馈电路的类型	81
3.1.3	反馈判别	82
3.2	负反馈对放大电路性能的影响	84
3.2.1	稳定放大倍数	84
3.2.2	减小非线性失真	84
3.2.3	改变了输入、输出电阻	85

3.2.4 展宽通频带	86
3.3 典型负反馈放大电路分析	87
3.3.1 电流串联负反馈放大电路	87
3.3.2 电流并联负反馈放大电路	88
3.3.3 电压串联负反馈放大电路	90
3.3.4 电压并联负反馈放大电路	91
3.4 负反馈的正确选用与稳定性	92
3.4.1 负反馈的正确选用	92
3.4.2 负反馈的稳定性	93
习题	95
第4章 集成运算放大器及其应用	98
4.1 差分放大电路	98
4.1.1 直接耦合放大中的特殊问题	98
4.1.2 基本差分放大电路	98
4.1.3 差分放大电路的几种接法	102
4.2 集成运算放大器基础	105
4.2.1 集成运算放大器概述	105
4.2.2 集成运算放大器内电路简介	105
4.2.3 集成运算放大器的主要参数	107
4.3 集成运算放大器的基本应用	108
4.3.1 理想运算放大器的特点	109
4.3.2 反相放大与同相放大	109
4.3.3 加法运算与减法运算	111
4.3.4 积分运算与微分运算	113
4.4 有源滤波电路	115
4.4.1 概述	115
4.4.2 有源低通滤波	116
4.4.3 其他有源滤波	119
*4.4.4 集成开关电容滤波器	121
4.5 集成运算放大器的选择与使用	123
4.5.1 集成运算放大器的种类与选用	123
4.5.2 输出调零与单电源供电	125
4.5.3 保护与相位补偿	126
4.6 集成运算放大器实用电路举例	127
4.6.1 卡拉OK消歌声电路	127
4.6.2 高精度测量(仪器)放大电路	128
4.6.3 线性整流电路	129
习题	131
读图练习	135

第 5 章 功率放大电路	137
5.1 功率放大电路的特点与类型	137
5.1.1 功率放大电路的特点	137
5.1.2 功率放大电路的类型	138
5.2 乙类功率放大电路基本原理	140
5.2.1 乙类推挽功率放大电路的放大过程	140
5.2.2 输出功率和效率的计算	142
5.2.3 功率放大管的选择	144
5.3 甲乙类功率放大电路分析	145
5.3.1 交越失真与甲乙类偏置	145
5.3.2 甲乙类自举 OTL 功率放大电路	146
5.3.3 集成 OTL/OCL/BTL 功率放大电路	147
5.4 特色功率放大电路实例	149
5.4.1 变压器耦合推挽功率放大电路	149
*5.4.2 电视机伴音功率放大电路	150
*5.4.3 数码 (D) 功率放大电路	151
*5.4.4 电子管功率放大电路	153
5.4.5 天逸 AD-66A 型 Hi-Fi 放大器	154
习题	156
读图练习	158
第 6 章 信号产生电路	160
6.1 正弦波信号产生电路	160
6.1.1 正弦波振荡基本概念	160
6.1.2 LC 正弦波振荡电路	161
6.1.3 石英晶体正弦波振荡电路	166
6.1.4 RC 正弦波振荡电路	168
6.2 非正弦波信号产生电路	170
6.2.1 比较器	171
6.2.2 矩形波信号产生电路	173
6.2.3 三角波信号产生电路	174
6.2.4 锯齿波信号产生电路	175
6.3 集成函数发生器 8038 简介	176
6.3.1 8038 工作原理	176
6.3.2 8038 的常用接法	176
6.4 特色信号产生电路实例	177
6.4.1 电视机 4.43MHz 晶体压控振荡电路	177
6.4.2 超声频偏磁振荡电路	178
6.4.3 电压和频率均可调的低频正弦波发生器	179
6.4.4 频率可调正弦波、方波和三角波发生器	179

习题	180
读图练习	183
第7章 电源电路	186
7.1 整流滤波电路	186
7.1.1 单相半波整流电路	186
7.1.2 单相桥式整流电路	187
7.1.3 滤波电路	188
7.1.4 倍压整流电路	192
7.2 线性稳压电路	193
7.2.1 稳压电路的主要技术指标	193
7.2.2 稳压管稳压电路	194
7.2.3 串联型稳压电路	196
7.2.4 三端集成稳压器	198
7.3 开关电源电路	200
7.3.1 开关电源的特点及类型	200
7.3.2 开关电源基本结构与工作原理	201
7.3.3 实际开关电源电路	204
7.4 其他电源电路	206
7.4.1 直流-直流 (DC-DC) 电压变换电路	206
7.4.2 电池充电电路	208
习题	209
读图练习	211
第8章 调制、解调与变频	213
8.1 概述	213
8.1.1 信号的传输过程	213
8.1.2 调制、解调与变频的基本概念	213
8.2 调幅与检波	214
8.2.1 调幅波信号分析	214
8.2.2 常用调幅电路	217
8.2.3 常用检波电路	219
8.3 调频与鉴频	221
8.3.1 调频波信号分析	221
8.3.2 常用调频电路	223
8.3.3 常用鉴频电路	224
8.4 变频器	229
8.4.1 变频器的组成及原理	229
8.4.2 混频电路	230
8.5 调制信号放大电路	232
8.5.1 单调谐放大电路	232

8.5.2 双调谐放大电路	234
8.5.3 集成调谐放大电路	236
习题	238
读图练习	239
第 9 章 晶闸管及其应用	241
9.1 晶闸管的结构、特性与参数	241
9.1.1 晶闸管的结构与原理	241
9.1.2 晶闸管的伏安特性	242
9.1.3 晶闸管的主要参数	243
9.2 晶闸管的应用	244
9.2.1 单相半波可控整流电路	245
9.2.2 单向半控桥式整流电路	247
9.2.3 晶闸管的触发电路	248
9.3 双向晶闸管及其应用	251
9.3.1 双向晶闸管的结构与特性	251
9.3.2 双向晶闸管的应用	251
习题	253
读图练习	254
第 10 章 模拟电路可编程技术与仿真	255
10.1 在系统可编程模拟集成电路	255
10.1.1 ispPAC10 的结构、原理与设计应用	255
10.1.2 其他 ispPAC 芯片介绍	257
10.1.3 PAC-Designer 软件简介	260
10.2 模拟电路仿真技术	261
10.2.1 EWB 仿真软件简介	261
10.2.2 电子电路仿真举例	265
附录 A 半导体器件型号命名法	267
附录 B 部分习题参考答案	270
参考文献	273

绪 论

1. 历史回顾

1883年, 闻名世界的大发明家爱迪生(T. Edison)发明了第一只白炽照明灯。就在这个过程中, 爱迪生还发现了一个奇特的现象: 一块烧红的铁会散发出电子云。后人称之为爱迪生效应。

1904年, 英国科学家弗莱明(J. Fleming)在真空中加热的电丝(灯丝)前加了一块板极, 从而发明了第一只真空二极管。利用它可以给电流整流。

1906年, 贫困潦倒的美国发明家德福雷斯特(L. De Forest), 在真空二极管的灯丝和板极之间巧妙地加了一个栅板, 从而发明了第一只真空三极管, 它集检波、放大和振荡三种功能于一体。

真空三极管最早用于无线通信, 从而推动了无线电电子学的蓬勃发展, 就连飞机、雷达、火箭的发明及它们的进一步发展, 也有真空管的一份功劳。但是, 真空管十分笨重, 其能耗大、寿命短、噪声大, 制造工艺也十分复杂。

1947年, 美国物理学家肖克利(W. Shockley)、巴丁(J. Bardeen)和布拉顿(W. Brattain)三人捷足先登, 合作发明了晶体管。晶体管的发明是电子技术史中具有划时代意义的伟大事件, 它开创了一个崭新的时代——固体电子技术时代。他们三人共同获得 1956 年最高科学奖——诺贝尔物理学奖。

20 世纪 60 年代, 随着电子技术应用的不断推广, 电子设备中应用的电子器件越来越多。为确保设备的可靠性, 减小其重量和缩小其体积, 人们迫切需要在电子技术领域来一次新的突破。在冷战时期激烈的军备竞赛的刺激下, 在已有的晶体管技术的基础上, 一种新技术诞生了, 那就是今天大放异彩的集成电路。

集成电路是在一块几平方毫米的极其微小的半导体晶片上, 将成千上万的晶体管、电阻、电容及连接线制作在一起。集成电路技术的发展历史主要经历了六个阶段:

1962 年制造出包含 12 个晶体管的小规模集成电路 SSI(Small-Scale Integration)。

1966 年发展到集成度为 100~1000 个晶体管的中规模集成电路 MSI(Medium-Scale Integration)。

1967~1973 年, 研制出 1000 个至 10 万个晶体管的大规模集成电路 LSI(Large-Scale Integration)。

1977 年研制出在 30 平方毫米的硅晶片上集成 15 万个晶体管的超大规模集成电路 VLSI(Very Large-Scale Integration), 这是电子技术的第四次重大突破, 从此真正迈入了微电子时代。

1993 年随着集成了 1000 万个晶体管的 16M FLASH 和 256M DRAM 的研制成功, 进入了特大规模集成电路 ULSI(Ultra Large-Scale Integration)时代。

1994 年由于集成 1 亿个元件的 1G DRAM 的研制成功, 标志着进入巨大规模集成电路 GSI(Giga Scale Integration)时代。

2. 电子技术的应用

人类已经进入了 21 世纪, 电子技术的应用也越来越广泛, 现在还找不出哪一门学科和

哪一个行业与电子技术无缘。

在家庭,电视机、收音机、录音机、录像机、VCD/DVD、数码相机、计算机、电话机、手机及传真机就属于电子产品,空调、电冰箱、洗衣机及各式各样的小家电也都离不开电子技术。

在实验室,稳压电源、示波器、信号发生器、扫频仪及毫伏表等各种仪表和仪器都离不开电子技术。

在机械制造业,电子技术应用于电机驱动、电机控制、压力检测及振动、冲击和位移的检测,转速测量和吊车控制也需要用电子技术。

在电力行业,电子技术用于电流检测、电能检测、电网频率检测及超负荷控制,以及过负载、过电压和过电流的检测与保护等。

在机电一体化方面,电子技术用于电机控制、光电检测、转速检测、转角检测、应变压力检测、机械手电机驱动和行车控制等。

在石油化工行业,电子技术用于液体温度和液体压力的检测,溶液电导值检测、浓度检测,IC卡智能煤气表和防爆光电控制等。

在矿山煤炭行业,电子技术用于物料称重、料位控制、皮带输送机失速保护、交流电动机自动换向及遥控爆破等。

在纺织行业,电子技术用于断线检测、织机节电、织机保护、棉花水分检测、单片机测温测湿和张力控制等。

在交通运输行业,电子技术用于停车泊位检测、停车库调度、机动车信号灯故障监测和油箱液位检测等。

在汽车行业,电子技术用于发动机控制、底盘控制(制动防抱死控制、驱动防滑控制、稳定性控制、防撞雷达控制、牵引力控制等)、车身控制(安全气囊、遥控门锁、电动座椅等)、后座娱乐系统和汽车信息系统。

在农牧业方面,电子技术用于土壤温度和湿度的检测、空气流检测、农用设备防盗报警、电围栏控制、温室恒温控制和鱼塘加氧控制等。

在智能建筑方面,电子技术用于防盗监控、防火探测报警、可视门铃、背景音响、电缆电视、电梯控制和卷闸门控制等。

在航空航天领域,卫星发射、宇宙飞船都离不开电子技术。

在地质学方面,电子技术用于遥感探测,对地面、海面、地下和水下的资源及外貌和其他特性进行探测。

在生物学方面,电子技术用于仿生研究,机器人就是一例。

在医学方面,电子技术用于诊、断、治三个方面,如CT技术、X射线、激光照射、心率监测、pH检测和血压检测等。

在军事方面,电子技术用于导弹、雷达、仿真军事演习、电子信息战和电子遥控战等。

3. 模拟电子技术课程特点

电子技术按照其处理信号的不同,可分为模拟电子技术和数字电子技术两大类。取值随时间连续变化的信号是模拟信号,产生、传输和处理模拟信号的电路统称为模拟电子电路。时间上和数值上都不连续的信号是数字信号,产生、传输和处理数字信号的电路称为数字电子电路。

模拟电子技术研究的对象是电子元器件及由电子元器件构成的各种模拟基本功能电路。

模拟电子技术课程与电工技术课程相比较,具有下列特点。

(1)非线性元件较多

电工课中基本上只讨论线性元件和线性电路,而模拟电子电路则主要与非线性元器件及非线性电路打交道。如不加分析地搬用某些电工原理,就会引起错误。如迭加原理、互易和诺顿定理就不适用于非线性电路。在模拟电子电路中,为了简化问题,在一定条件下,可将非线性电路近似转化为线性电路。

(2)直流与交流同时存在

电工课中对直流电路和交流电路是分开研究的;而模拟电子电路几乎是交流、直流共存于同一电路之中,即既有直流通路,又有交流通路,它们既相互联系,又相互区别,增加了分析问题的复杂性。

(3)受控源较多

电工课中独立源较多;而模拟电子电路中受控电流源较多,因而要求学生对电压源与电流源的转换、分压与分流公式很熟悉。

(4)抓主要、略次要

电工课强调严格性,进行的是严密分析;而模拟电子技术课程抓主要、略次要,如近似估算电压放大倍数等。抓主要、略次要也是一种科学的方法。

(5)存在着反馈

电工课中研究网络输出对于输入的依赖关系,不涉及输出对于输入的反作用;而模拟电子电路却几乎都有这样那样的反馈,从而构成了学习中的又一个难点。

4. 模拟电子技术学习要求

(1)多画图、画好图

多画图、画好图是学好模拟电子技术的第一步。通过多画图,可将一些经典电路(如共发射极、共基极和共集电极放大电路,OTL/OCL 功率放大电路,串联型稳压电源,集成运放基本应用和电容三点式振荡器等)熟记于脑中,做到脑中有图。通过画好图,可培养自己认真的、一丝不苟的学习习惯。

(2)重认知、会应用

重认知就是重在对电路的理解。认知是应用的前提,认知有深有浅,认知越深,应用越好。认知应该由浅入深,其顺序是:电路的基本结构→元器件的作用→电路的特点→电路的估算→电路的应用场合→元器件参数对电路性能的影响→电路的改进。

(3)重实践、多动手

模拟电子技术是一门实践性很强的课程,如果不重视实践操作,是很难学好这门技术的。因此,要求学习者要多动手,多接触电子元器件及电子电路,学会挑选元器件,学会制作电子电路,学会调试及改进电子电路,以提高解决实际问题的能力。