

● 职业高中试用教材
● 高等教育出版社

电子线路

上册

陈其纯 编



ZHIYE GAOZHONG SHIYONG JIAOCAI

内 容 简 介

本书系三年制职业高中的电子线路课程教材,是由江苏省教委根据职业高中的迫切需要组织编写的,具体编写工作是在苏州市教育局的指导下进行的。全书分为上、下两册,上册包括半导体基础知识和晶体二极管、晶体二极管整流电路、晶体三极管和场效应管、单级低频小信号放大器、多级放大器和负反馈放大器、调谐放大器和正弦波振荡器、直流放大器和集成运算放大器、低频功率放大器、直流稳压电源等九章;下册包括脉冲电路的基础知识、晶体管脉冲电路、数字电路基础知识、数字集成门电路、集成触发器、计数电路和译码显示电路、可控硅电路等七章。全书精简了分立元件电路的阐述,增加了集成电路的介绍,每章均有基本练习题。书中还附有适量的实验和参考资料,供教学中选用。

本书深入浅出,通俗易懂,除可供职业高中电子电器类专业选用作为教材外,还适用于收音机、录音机、电视机、家用电器,以及工业电子设备等行业维修和生产人员作为培训及自学用书。

职业高中试用教材

电 子 线 路

上 册

陈其纯 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

文字六〇三厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 12.25 字数 246 000

1987年7月第1版 1987年8月第1次印刷

印数: 00 001—25 550

ISBN 7-04-000017-2/TN·3

书号 15010·0888 定价 1.60 元

上册常用符号

A	放大倍数的通用符号
A_c	差动放大器的共模放大倍数
A_d	差动放大器的差模放大倍数
A_i	电流放大倍数
A_v	电压放大倍数
A_{vf}	有反馈时的电压放大倍数
A_{vo}	无反馈时的电压放大倍数
b	晶体管基极
C	电容器、电容量
C_e	发射极旁路电容
C_0	电路分布电容、石英晶体静电电容
c	晶体管集电极
D	二极管、场效应管漏极
D_z	稳压二极管
dB	分贝
E	直流电源电压
E_B	基极电源电压
E_C	集电极电源电压
e	晶体管发射极
F	反馈系数
f	频率
f_{bw}	通频带

f_H 放大器的上限频率
 f_L 放大器的下限频率
 f_0 振荡频率
 f_T 特征频率
 f_α 半导体三极管的共基极截止频率
 f_β 半导体三极管的共发射极截止频率

G 增益

g_m 场效应管跨导
 h_{FE} 共发射极直流电流放大系数
 h_{fe} 共发射极交流电流放大系数

I 直流电流、交流电流有效值

i 交流电流瞬时值

说明 I, i 两符号附加大小写下标, 可表示各种不同的电流值, 以晶体三极管集电极电流为例, 表示如下:

I_C 集电极静态电流(有时写作 I_{CQ})

I_c 集电极电流交流分量有效值

I_{cm} 集电极电流交流分量最大值

i_c 集电极电流交流分量

i_C 集电极总电流

Δi_C 集电极电流变化量

I_B 基极静态电流(有时写作 I_{BQ})

I_{CBO} 集电极-基极反向饱和电流

I_{CEO} 集电极-发射极反向饱和电流(穿透电流)

I_{CM} 集电极最大允许电流

I_D 场效应管漏极电流、二极管电流

I_{DSS} 场效应管漏极饱和电流

I_E 发射极静态电流(有时写作 I_{EQ})
 I_F 正向电流
 I_i, i_i 输出电流
 I_{IB} 输入偏置电流
 I_{IS} 输入失调电流
 I_m 电流幅值
 I_o, i_o 输出电流
 I_R 反向电流
 I_Z 稳压管工作电流
 K_{CMR} 共模抑制比
 L 电感线圈、电感量、逻辑函数
 max 最大值
 min 最小值
 N 线圈匝数、扇出系数
 n 变压器原、副线圈匝数比
 P 功率
 P_{CM} 集电极允许最大消耗功率
 P_E 电源消耗功率
 P_i 输入功率
 P_o 输出功率
 P_{oc} 集电极输出功率
 P_{om} 输出最大功率
 Q 品质因数
 R 电阻、电阻值
 R_b 基极电阻
 R_c 集电极电阻

R_e 发射极电阻
 R_f 反馈电阻
 R_L 负载电阻
 R'_L 交流等效负载电阻
 R_w 电位器、电位器阻值
 r_{be} 共发射极接法下的晶体管输入电阻
 r_i 放大器输入电阻
 r_o 放大器输出电阻
 S 场效应管的源极
 T 温度、周期
 Tr 变压器
 V 直流电压、交流电压有效值
 v 交流电压瞬时值

说明 V 、 v 两符号附加大小写下标，可表示各种不同的电压值，以晶体三极管集电极电压为例，表示如下：

V_C 集电极静态电压(对地，有时写作 V_{CQ})
 V_c 集电极电压交流分量有效值
 V_{cm} 集电极电压交流分量最大值
 v_c 集电极电压交流分量
 v_C 集电极总电压
 Δv_C 集电极电压变化量
 V_B 基极静态电压(对地，有时写作 V_{BQ})
 V_{BE} b-e 极间静态压降(有时写作 V_{BEQ})
 V_{BES} b-e 极间饱和电压
 $V_{(BR)CBO}$ 发射极开路时，c-b 极间反向击穿电压
 $V_{(BR)CEO}$ 基极开路时，c-e 极间反向击穿电压

$V_{(BR)EBO}$	集电极开路时, e-b 极间反向击穿电压
V_{CE}	c-e 极间静态压降(有时写作 V_{CEQ})
V_{CES}	c-e 极间饱和电压
V_E	发射极静态对地电压(有时写作 V_{EQ})
V_f	反馈电压
V_L	负载两端电压
V_m	电压幅值
V_o, v_o	输出电压
V_P	场效应管夹断电压
V_{pp}	电压峰-峰值
V_T	场效应管的开启电压
α	共基极电流放大系数
β	共发射极电流放大系数
η	效率
η_T	变压器效率
τ	时间常数
ω	角频率

序 言

本书系三年制职业高中电子类专业的基础教材,是根据当前职业高中的教学需要,参照电子工业部《电子工业工人技术等级标准》中有关五级工的“应知、应会”要求编写的。

本教材在内容安排上,以系统地叙述晶体管电子线路的基本原理为主,以分析单元电路为重点,包括了半导体器件原理、模拟电路及数字电路的基本内容。精简分立元件电路的分析,增加集成电路的介绍。力求避免繁琐的数学推导,深入

课时分配表(共216课时)

内 容	课时数	内 容	课时数
绪论、第一章 半导体基础知识和晶体二极管	6	第十章 脉冲电路的基础知识	12
第二章 晶体二极管整流电路	6	第十一章 晶体管脉冲电路	12
第三章 晶体三极管和场效应管	10	第十二章 数字电路基础知识	12
第四章 单级低频小信号放大器	12	第十三章 数字集成门电路	10
第五章 多级放大器和负反馈放大器	8	第十四章 集成触发器	8
第六章 调谐放大器和正弦波振荡器	10	第十五章 计数电路和译码显示电路	8
第七章 直流放大器和集成运算放大器	14	第十六章 可控硅电路	10
第八章 低频功率放大器	10	实 验	48
第九章 直流稳压电源	10	机动及复习考查	10

浅出地阐述各种电路的特点和工作原理。本书各章都有适量的基本练习题,还附有实验、常用器件、常用仪器性能及有关集成电路型号等资料,供教学中选用和参考。

全书教学时间约 216 课时(包括实验),课时分配仅供参考。

在本书编写过程中,得到江苏省教委、苏州市教育局及苏州市电子职业中学的指导和支持;曾邀请苏州市、扬州市、无锡市和常州市等技工学校部分教师审议了编写提纲;部分书稿经苏州市电子职业中学电子教研组教师审阅和试用;全书由苏州大学周光熊副教授审稿并指导修改。谨对以上各方的支持和帮助,表示诚挚的谢意。

编者水平有限,书中存在的缺点和错误,热忱欢迎读者批评指正。

编 者

上册目录

绪 论	1
第一章 半导体基础知识和晶体二极管	3
1.1 半导体基础知识	3
1.1.1 半导体的导电原理	3
1.1.2 N型半导体和P型半导体	7
1.1.3 PN结	9
1.2 晶体二极管	14
1.2.1 二极管的结构和类型	14
1.2.2 二极管的伏安特性	16
1.2.3 二极管的参数	19
1.2.4 二极管的简单测试	22
1.2.5 硅稳压二极管	24
习题一	27
第二章 晶体二极管整流电路	29
2.1 单相整流电路	29
2.1.1 单相半波整流电路	29
2.1.2 单相全波整流电路	32
2.2 滤波器	40
2.2.1 电容滤波器	41
2.2.2 电感滤波器	45
2.2.3 复式滤波器	46
2.3 倍压整流电路	48
2.3.1 二倍压整流电路	48

2.3.2 多倍压整流电路	49
习题二	50
第三章 晶体三极管和场效应管	53
3.1 晶体三极管	53
3.1.1 三极管的结构、分类和符号	53
3.1.2 三极管的工作电压和基本联接方式	55
3.1.3 三极管中电流分配和放大原理	57
3.1.4 三极管的特性和主要参数	62
3.1.5 三极管的简易测试	72
3.2 场效应管	74
3.2.1 结型场效应管	74
3.2.2 绝缘栅场效应管	80
3.2.3 场效应管的主要参数和特点	85
习题三	87
第四章 单级低频小信号放大器	89
4.1 放大器的基本概念	89
4.1.1 放大器概述	89
4.1.2 放大器的放大倍数	90
4.2 单级低频小信号放大器	93
4.2.1 电路的说明	93
4.2.2 放大器的静态工作点	95
4.2.3 共发射极电路的放大和反相作用	98
4.3 放大电路的分析方法	101
4.3.1 图解法	101
4.3.2 估算法	110
4.4 放大器的偏置电路	114
4.4.1 固定偏置电路	115

4.4.2	利用输出电压稳定工作点的偏置电路	115
4.4.3	分压式稳定工作点偏置电路	117
习题四		121
第五章	多级放大器和负反馈放大器	131
5.1	多级放大器	131
5.1.1	放大器的级间耦合方式	131
5.1.2	阻容耦合多级放大器	133
5.1.3	阻抗匹配	142
5.1.4	变压器耦合及直接耦合多级放大器简介	145
5.2	负反馈放大器	146
5.2.1	反馈及其分类	146
5.2.2	反馈深度	150
5.2.3	负反馈对放大器性能的影响	152
5.2.4	几种典型的负反馈放大器分析	156
习题五		162
第六章	调谐放大器和正弦波振荡器	165
6.1	调谐放大器	165
6.1.1	调谐放大器的工作原理	165
6.1.2	两种基本的调谐放大电路	171
6.2	正弦波振荡器	175
6.2.1	自激振荡的工作原理	175
6.2.2	LC 振荡器	181
6.2.3	石英晶体振荡器	191
6.2.4	RC 振荡器	196
习题六		203
第七章	直流放大器和集成运算放大器	208
7.1	直流放大器	208

7.1.1	直流放大器的两个特殊问题	208
7.1.2	直流放大器的级间电位调节电路	210
7.1.3	差动放大器	212
7.1.4	典型的对称式差动放大器	217
7.1.5	具有恒流源的差动放大器	219
7.1.6	差动放大器的几种连接方式	220
7.2	集成运算放大器	222
7.2.1	概述	222
7.2.2	集成运算放大器的电路结构	224
7.2.3	集成运算放大器的型号	233
7.2.4	集成运算放大器的理想特性	236
7.2.5	集成运算放大器的应用举例	236
7.2.6	集成运算放大器使用常识	246
习题七		248
第八章	低频功率放大器	250
8.1	功率放大器及其基本要求	250
8.2	单管功率放大器	251
8.3	推挽功率放大器	257
8.3.1	乙类推挽功率放大器	257
8.3.2	甲乙类推挽功率放大器	261
8.4	无输出变压器的推挽功率放大器(OTL)	262
8.4.1	输入变压器倒相式推挽 OTL 功放电路	262
8.4.2	互补对称式推挽 OTL 功放电路	264
8.4.3	复合互补对称式推挽 OTL 功放电路	270
8.5	无输出电容功率放大器(OCL).....	273
8.6	集成电路功率放大器简介	276
8.6.1	LM 386 集成功率放大器的应用线路	276

8.6.2	SL 36 集成功放电路的应用线路	281
8.6.3	SL 38 集成功放电路的应用线路(BTL)	282
习题八		283
第九章 直流稳压电源		285
9.1	稳压电源的基本原理	285
9.1.1	直流电源稳压的必要性	285
9.1.2	两种稳压方法及其工作原理	286
9.2	并联型稳压管稳压电源	288
9.2.1	硅稳压管的特性	288
9.2.2	并联型硅稳压管稳压电源的工作原理	290
9.2.3	硅稳压管稳压电路限流电阻的选择	291
9.2.4	硅稳压管稳压电源的稳压系数和输出电阻	293
9.2.5	稳压电源的主要技术指标	296
9.3	串联型晶体管稳压电源	299
9.3.1	简单串联型晶体管稳压电源	300
9.3.2	带有放大环节的串联型晶体管稳压电源	301
9.4	串联型稳压电源的改进电路	304
9.4.1	具有辅助电源的稳压电源	304
9.4.2	具有差动放大器的稳压电源	306
9.4.3	具有过载保护电路的稳压电源	307
9.4.4	输出电压可调近零伏的稳压电路	310
9.4.5	用复合管作调整管的稳压电源	312
9.5	串联型稳压电源实例分析	314
9.5.1	3~6 伏可调 200 毫安简易稳压电源	314
9.5.2	12~18 伏可调 500 毫安稳压电源	315
9.5.3	0.5~15 伏可调 500 毫安稳压电源	317
9.6	集成稳压电源简介	317

9.6.1 5G14 集成稳压器	319
9.6.2 W7812 集成稳压器	321
习题九	323
实验	325
实验一：常用仪器仪表的使用	325
实验二：稳压二极管伏安特性曲线的测绘	328
实验三：晶体三极管共发射极电路输入、输出特性曲线 线的测绘	330
实验四：单级低频小信号放大器	331
实验五：两级阻容耦合放大器	334
实验六：负反馈放大电路	337
实验七：调谐放大电路	339
实验八： RC 正弦波振荡电路	341
实验九：对称式差动放大电路	342
实验十：运算放大器的运算电路	344
实验十一：OTL 功率放大电路	348
实验十二：带放大环节和过载保护的串联稳压电源 ..	350
附录	354
一、希腊字母表	354
二、常用单位换算表及国际制词头表	355
三、国产半导体器件型号命名法	356
四、常用半导体管参数选录	359
五、常用的电子线路实验仪器简介	370

绪 论

电子技术是一个年轻的技术部门,仅有八十多年的历史,但它以发展速度快、影响大、渗透深、生命力强而引人注目。人们熟知的无线电通讯、电视广播、各种自动化设备、电子医疗器械、射电望远镜、人造卫星和宇宙航行等,都和电子技术有着紧密的联系。

电子线路是由电子元器件构成的具有一定功能的电路,它是各种电子技术设备的重要组成部分。任何电子技术的应用,实质上都是电子线路知识的应用;因此,认真学习和牢固掌握电子线路知识是学习各种电子技术专业知识的基础。

本书将介绍电子线路的基础知识,着重讲述各种常用的晶体管单元电路;从分立元件电路到集成电路,包括模拟电路和数字电路的基本内容。

怎样才能学好电子线路这门学科知识呢?

学习电子线路就是要掌握各种单元电路的电路图,了解电路中各组成元器件的性能和作用,知道电路的工作原理,学会一些简单的计算、画波形图及选择电路元器件的基础知识,培养分析、解决电子技术问题的初步能力。

电子线路是一门以实验为基础的学科,应细心观察课堂上教师的各种演示并认真做好规定的实验,从而熟悉有关电子线路的各种基本测试仪器、设备的性能,并学会使用这些仪器设备的技能和技巧,培养通过实验手段分析问题、解决问题的能力。

电子线路是一门与现代生活广泛联系的学科，应当注意理论与实际的联系，通过这一途径可以不断增强自学能力、观察能力、思维能力和动手能力。

学习电子线路要提倡刻苦钻研的学风和科学的学习方法。要认真预习、认真听讲，认真地做好练习和实验。

电子线路是一门深广度伸缩性较大的学科，在学习过程中，应根据有关电子职业工人的特点恰当地掌握深广度，不宜一味的贪多求深、面面俱到，才能学有所得，逐步提高。有些整机设备的专用线路知识，应在本课程所述各基本单元电路学习的基础上，于后续的各专业课中再加以解决。

只要在学习过程中，充分注意上述要领，勤奋努力，就能够把电子线路这门学科知识学好。