



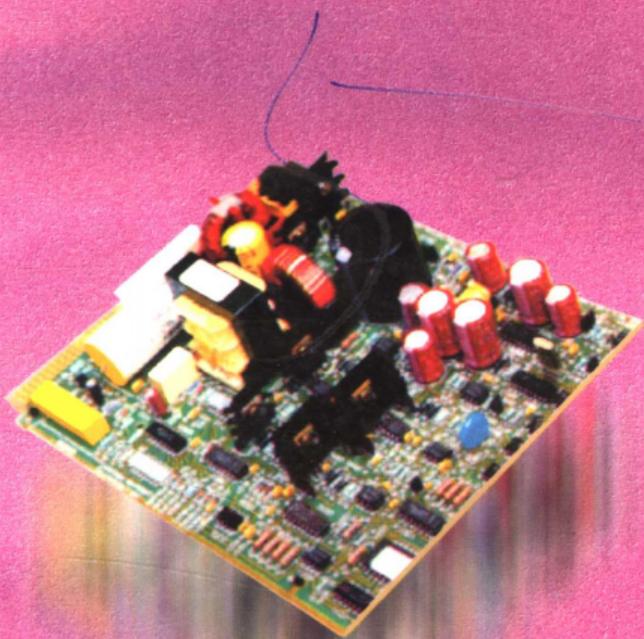
国家教委中等专业学校规划教材

电工类专业通用

模拟电子技术基础

(第二版)

薛文 柯节成 编
福建机电学校 主编



高等教育出版社

全国中等专业学校电子技术与电子线路课程教材目录 (高教版)

中专电工电子类通用

- | | |
|----------------|-----------|
| 电子技术基础 (少学时) | 李德润 等编 |
| 模拟电子技术基础 (第二版) | 福建机电学校 主编 |
| 模拟电子技术基础实验 | 周良权 等编 |
| 模拟电子技术基础 (多学时) | 李采劭 主编 |
| 数字电子技术基础 (多学时) | 郑慰萱 主编 |
| 电子技术基础实验指导书 | 孙义芳 等编 |
| 电子技术基础实验报告册 | 孙义芳 等编 |
| 简明电子元器件手册 | 柯节成 编 |

中专电子通信类通用

- | | |
|---------------|--------|
| 脉冲与数字电路 (第二版) | 陈传虞 主编 |
| 脉冲与数字电路习题集 | 陈传虞 主编 |
| 低频电子线路 | 陆根源 编 |
| 脉冲与数字电路 | 王家继 主编 |
| 电子线路 (第二版) | 陈继生 编 |
| 高频电子线路 | 熊耀辉 编 |
| 电子线路实验 (第二版) | 林爱平 编 |
| 电子线路课程设计指导书 | 姜 邈 主编 |

ISBN 7-04-003727-0



9 787040 037272 >

定价: 15.50 元

国家教委中等专业学校规划教材

模拟电子技术基础

(第二版)

福建机电学校 主编

薛文柯节成 编

高等教育出版社

(京)112号

本书是在1983年版的基础上,根据国家教育委员会1987年3月颁布的中等专业学校工科电工类专业(多学时)通用《电子技术基础教学大纲》和近年来的教学实践而修订的。修订时删去了陈旧的内容,增加了集成电路及其应用的比重以及讨论课的内容。

全书共有十章,内容是:半导体二极管及其在整流电路中的应用;半导体三极管及其基本放大电路;多级交流放大电路;场效应管及其基本电路;直接耦合放大电路和集成运算放大器;负反馈在放大器中的应用;正弦波振荡电路;集成运放的应用;集成功率放大和集成稳压器件的应用;晶闸管电路。各章均附有小结、思考题和习题。书末还有附录、部分习题答案、参考文献以及本书主要电子学术语、名词的汉英对照表。正文内容可供94~102学时的理论教学之用。

本书可作为中等专业学校强、弱电结合的电工类专业的教材,亦可供中等职业技术学校和职工中专有关专业使用和参考。

本书责任编辑 章浩平

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础/薛文,柯节成编.—2版.—北京:高等教育出版社,1992.5(1996重印)

ISBN 7-04-003727-0

I. 模… II. ①薛… ②柯… III. 模拟电路-电子技术-基础理论 IV. TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第23270号

*
高等教育出版社出版
新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印装
*

开本 850×1168 1/32 印张 17 插页 2 字数 411 000

1983年9月第1版

1992年5月第2版 1997年7月第6次印刷

印数 125 692—169 700

定价 15.50元

前 言

本书是根据 1986 年 12 月在福州召开的全国中专电子技术基础教学大纲审定会通过、1987 年 3 月由国家教育委员会颁布的工科电工类(多学时)专业通用《电子技术基础教学大纲》，在 1983 年版的基础上修订的。

1985 年 6 月在广西桂林召开的中等专业学校模拟电子技术基础教材教学研讨会上，来自原机械工业部、轻工业部、纺织工业部、水电部、上海仪表局等系统的二十二名教师，经过实践，对本书的使用和修订提出了许多宝贵意见，如：电子技术是一门发展很快，应用很广，实践性很强的学科，当前，集成电路的广泛应用推动了本课程的教学改革，要确保基础，加强集成电路及其应用；要体现中专教材特色，理论联系实际，便于教师教学，便于学生自学等，本次修订中对此都认真予以采纳。

根据新大纲的要求，本教材适用于中等专业学校强、弱电结合的电工类专业作为电子技术基础课程模拟部分的教学内容，教学时数为 94~102 学时(不包括实验)。

本教材着重于讲清基本概念，以定性分析、定量估算为主，注意联系实际，加强应用，避免过多过深的理论探讨、公式推导和计算。为了培养学生的自学能力，开拓思路，按新大纲要求，在教材中安排了六个单元的讨论课题(约占 10 课时)，这是一种新的教改尝试，各学校在实施中，对讨论题内容可酌情取舍，灵活掌握。

由于各专业对教材的内容有不同的要求，规定的学时数也不尽相同，因此，教师可对教材内容及章节顺序作适当调整，除了基

本内容外还编入在标题前注有*号或用小字排印的内容供选学。此外,为便于教师备课参考,书末列出主要参考书,并在书中有关部分加了下注,指明参考文献出处。

本教材的第一、四、五、七、八、十章由福建机电学校薛文同志修订,第二、三、六、九章及附录由上海电机制造技术专科学校柯节成同志修订,全书由薛文同志负责统稿。

本教材由上海机械专科学校周良权副教授主审,在修订过程中,华中理工大学康华光教授对编写大纲提出宝贵修改意见,全国中专电子技术基础课程组的喻祖安、张如森、宋在龙高级讲师、宗立德高级工程师都给予支持和关心,在此一并致以衷心感谢。

电子技术发展日新月异,由于编者水平有限,教学经验不足,书中错误、缺点难以避免,希望使用本教材的兄弟学校师生和其他读者给予批评指正。

编者

1990年7月

本书常用符号表

一、关于符号表示的说明

1. 本书尽量采用标准的(如 SJ 1400-78、GB 3431.1-82)和国际通用的符号。

2. 基本符号大、小写的原则

(1) 大写字母的基本符号表示下列含义:

- ① 直流值(恒定值), 例如 I_B ;
- ② 最大值(峰值), 例如 I_{CM} ;
- ③ 平均值, 例如 $I_{B(AV)}$;
- ④ 有效值, 例如 I_b 。

(2) 小写字母的基本符号表示下列含义:

- ① 随时间变化的瞬时值, 例如 i_B ;
- ② 器件的动态参数, 例如 r_{be} 。

3. 辅助符号

(1) 大写字母的下标符号表示下列含义:

- ① 无信号时直流值, 例如 I_B ;
- ② 总的瞬时值, 例如 i_B ;
- ③ 总的平均值, 例如 $I_{B(AV)}$;
- ④ 总的最大值, 例如 I_{CM} 。

(2) 小写字母的下标符号表示下列含义:

- ① 交变分量的瞬时值, 例如 i_b ;
- ② 交变分量的有效值, 例如 I_b ;

- ③ 交变分量的最大值, 例如 I_{bm} ;
- ④ 交变分量的平均值, 例如 $I_{b(AV)}$ 。

(3) 侧记号 Δ 和右上角记号 $'$

- ① Δ 表示变化量、增量, 例如:

Δi_B 表示瞬时值的变化量;

ΔI_B 表示直流变化量。

- ② $'$ 表示等效或净输入量, 例如:

R'_L 表示等效负载电阻;

I'_i 表示净输入电流。

(4) 简化记号

// 表示并联, 例如 $R_1 // R_2$, 为 R_1 与 R_2 并联。

二、基本符号(按英文字母顺序)

- A 放大倍数(增益)的通用符号
- a 整流元件的阳极(正极)
- A_i 反馈放大器放大倍数的通用符号
- A_u, A_U 电压放大倍数的通用符号
- A_{uf}, A_{UF} 放大器的闭环电压放大倍数
- A_d 差模信号的放大倍数
- A_c 共模信号的放大倍数
- BW 频带宽度 $BW = f_H - f_L$,
- b 晶体三极管的基极
- C 电容, 晶体三极管的集电极, 共模
- c 晶体三极管的集电极
- C_b 基极耦合(旁路)电容
- C_e 射极旁路电容
- C_B 势垒电容

C_D	扩散电容
C_i	输入电容
C_o	输出电容
D	二极管
d	场效应管的漏极
E	电源电动势
e	晶体三极管的发射极
F	反馈系数, 正向
F_n	噪声系数
F_u	电压反馈系数
f	反馈, 频率
f_L	下限频率
f_H	上限频率
G	电导, 增益
g	场效应管栅极
g_m	互导(跨导)
I, i	电流
I_s	信号源电流
I_i	输入电流
I_o	输出电流
\dot{I}	正弦电流复数量(相量)
I_m	正弦电流最大值(峰值)
I_{cm}	集电极电流交流分量最大值
I_{CM}	集电极电流总的最大值
I_Z	稳压管的稳定电流
I_{CQ}	静态工作点集电极电流
I_{max}	电流最大值

I_{\min}	电流最小值
I_F	正向电流、反馈电流 (I_i)
I_R	反向电流, 参考电流
I_+	同相端输入电流
I_-	反相端输入电流
J	电流密度
K	热力学温度单位
K_{CMR}	共模抑制比
k	整流元件的阴极(负极)
L	负载
L	电感
M	互感系数
N	电子型半导体
n	匝数比
O	输出, 失调, 开路, 整流
P	空穴型半导体
P, p	功率
Q, q	电荷, 品质因数, 静态工作点
R	电阻
R	反向
R_i	输入电阻
R_o	输出电阻
r	微变电阻, 交流电阻, 动态电阻(器件)
r_{be}	晶体三极管的输入电阻
r_{ce}	晶体三极管的输出电阻
R_s	信号源内阻
S	脉动系数, 稳定系数

S	开关
s	源极, 饱和
S_I	电流调整率
S_U	电压调整率
S/N	信噪比
T	温度
T	管子
T_a	环境温度
t	时间
U, u	电压
U_s	信号源电压
U_i	输入电压
U_o	输出电压
U_{opp}	输出峰-峰电压
U	正弦电压复数量(相量)
U_{cm}	集电极电压交流分量最大值
U_{max}	电压最大值
U_{min}	电压最小值
U_Z	稳压管稳定电压
U_{CQ}	静态工作点集电极电压
U_+	同相端输入电压
U_-	反相端输入电压
V	电压单位
V_{CC}	正电源电压
V_{EE}	负电源电压
V_{DD}	漏极电源电压
V_{SS}	源极电源电压

X, x	电抗, 信号
Y, y	导纳
Z, z	阻抗

γ	电导率, 纹波因数
η	效率
θ	角度
φ	相角差
ω	角频率
ω_0	固有角频率

三、常用器件参数符号

f_b	晶体管共射极交流电流放大系数的截止频率
f_a	晶体管共基极交流电流放大系数的截止频率
f_T	晶体三极管的特征频率
h_{ie}	共射极输出端短路小信号输入电阻
h_{re}	共射极输入端开路小信号反向传输系数
h_{oe}	共射极输入端开路小信号输出导纳
I_{CC}	正电源电流
I_{EE}	负电源电流
I_{CBO}	发射极开路, c-b 反向截止电流
I_{CEO}	基极开路, c-e 反向截止(穿透)电流
I_{CM}	集电极最大允许电流
I_S	二极管的反向饱和电流
I_F	二极管额定整流电流(正向电流)
I_{IB}	集成运放输入偏置电流
I_{IO}	集成运放输入失调电流

I_{DSS}	场效应管漏极饱和电流
I_{DSM}	最大漏源电流
P_T	晶体三极管集电极耗散功率(管耗)
P_{CM}	集电极最大允许耗散功率(额定功耗)
r_{bb}	晶体管基区体电阻(基区扩展电阻)
r_e	晶体管发射结电阻和发射区体电阻之和
r_z	稳压管的动态电阻
S_R	转换速率
U_{BR}	二极管反向击穿电压
U_R	二极管反向电压
U_{RM}	二极管最高反向峰值电压(允许值)
$U_{(BR)CEO}$	基极开路, c-e 间反向击穿电压
$U_{(BR)CBO}$	发射极开路, c-b 间击穿电压
$U_{(BR)EBO}$	集电极开路, e-b 间击穿电压
$U_{(BR)CER}$	b-e 间接电阻时, c-e 间击穿电压
$U_{(BR)CES}$	b-e 间短接时, c-e 间击穿电压
$U_{GS(off)}$	场效应管夹断电压
$U_{GS(th)}$	场效应管开启电压
$U_{(BR)DS}$	场效应管漏源极间击穿电压(原用 BU_{DS})
U_{IO}	集成运放输入失调电压(原用 U_{OS})
U_{ICM}	最大共模输入电压
U_{IDM}	最大差模输入电压
α	共基极交流电流放大系数
$\bar{\alpha}$	共基极直流电流放大系数
β	共射极交流电流放大系数
$\bar{\beta}$	共射极直流电流放大系数

四、单位和量级

A	安倍
V	伏特
W	瓦特
Ω	欧姆
H	亨利
F	法拉
Hz	赫兹
S	西门子(A/V)
dB	分贝
K	热力学温度(开尔文)
$^{\circ}\text{C}$	摄氏温度
m	毫(10^{-3})
μ	微(10^{-6})
n	纳(10^{-9})
p	皮(10^{-12})
k	千(10^3)
M	兆(10^6)

目 录

第一章 半导体二极管及其在整流电路中的应用

第一节 半导体的基本知识	1
一、半导体的奇妙特性	1
二、半导体的共价键结构	2
三、本征半导体中的两种载流子	4
四、N型和P型半导体	6
五、PN结和它的单向导电性	9
第二节 半导体二极管	12
一、半导体二极管的结构和符号	12
二、半导体二极管的伏安特性曲线	13
三、温度对二极管特性的影响	16
四、二极管的直流电阻和交流电阻	17
五、整流二极管的主要参数	19
第三节 二极管整流电路	20
一、单相半波整流电路	20
二、单相全波整流电路	22
三、单相桥式整流电路	25
第四节 滤波电路	29
一、脉动系数和纹波因数	29
二、电容滤波电路	31
三、电感滤波电路	37
四、复式滤波电路	39
* 第五节 倍压整流电路	40
一、二倍压整流电路	40

二、多倍压整流电路	41
三、各种整流滤波电路的比较和应用举例	42
第六节 特殊用途的二极管	43
一、稳压二极管	44
二、变容二极管	45
三、光电二极管	46
四、发光二极管	47
讨论课题 (一)	48
本章小结	49
思考题	51
习题	52

第二章 半导体三极管及其基本放大电路

第一节 半导体三极管	57
一、三极管的结构	57
二、三极管的电流放大作用	59
三、三极管的特性曲线	62
四、三极管的主要参数及其温度影响	67
第二节 放大电路的组成和基本原理	72
一、放大电路中各元件的作用	73
二、电路中电流和电压的波形	74
三、电路中的直流通路和交流通路	76
第三节 图解分析法	77
一、静态工作情况的分析	77
二、动态工作情况的分析	80
三、静态工作点对输出波形失真的影响	85
第四节 工程估算法(等效电路法)	87
一、静态工作点的估算	87

二、动态交流指标的估算	88
第五节 静态工作点稳定电路	96
一、分压式偏置稳定电路及其静态分析	96
二、交流指标和电路的改进	100
第六节 共集电路——射极输出器	102
一、电路组成	102
二、射极输出器的特点和分析	103
第七节 共基电路及放大电路三种组态的比较	105
一、共基放大电路分析	105
二、放大电路三种基本组态的比较	108
讨论课题 (二)	108
本章小结	111
思考题	112
习题	114
*[附] 晶体三极管的全 h 参数等效电路简介	119

第三章 多级交流放大电路

第一节 多级放大器的组成	122
一、多级放大器的组成框图	122
二、级间的耦合方式	123
第二节 多级放大电路的分析	125
一、放大器的输入电阻和输出电阻	125
二、放大倍数及其两种表示方法	125
第三节 放大电路的频率响应	129
一、频率响应和通频带的概念	129
二、单级 RC 耦合放大器的低频特性	131
三、单级 RC 耦合放大器的高频特性	136
四、多级放大器的频率特性	140