

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

电子技术

(电工学Ⅱ)

李守成 主编

高等教育出版社

高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

电 子 技 术

(电 工 学 II)

高 等 教 育 出 版 社

内 容 简 介

本书是参照国家教委1987年颁发的高等学校《电子技术(电工学II)课程基本要求》并根据全国高等学校工科成人教育研究会电工学研究组1988年10月审订的《高等工业学校电子技术函授教学大纲》而编写的,与刘式雍主编《电工技术(电工学I)》配套使用。

本书包括模拟电子技术和数字电子技术两部分内容,全书共十一章。内容为半导体二极管和三极管、基本放大电路、集成运算放大器、正弦波振荡电路、直流电源、数字逻辑基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲波形的产生和整形,以及模拟量与数字量之间的转换等。参考函授学时为165~210学时(相当于全日制55~70学时)。

(京) 112号

高等学校函授教材

(兼作高等教育自学用书)

电 子 技 术

(电工学II)

李守成 主编

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

四川省金堂新华印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张17.875 字数 431 000

1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷

印数 0 001—2 740

ISBN 7-04-003758-0/TM·201

定价 6.55 元

本书常用的基本符号

1. 电流、电压、电位、电动势

- I, i 电流的通用符号
- I_B 基极直流电流(大写字母、大写下标,表示直流量)
- I_b 基极交流有效值电流(大写字母、小写下标,表示交流有效值)
- $I_{\dot{b}}$ 上述电流的复数值
- i_B 基极瞬时电流总值(小写字母、大写下标,表示包含有直流的瞬时总值)
- i_b 基极交流瞬时电流值(小写字母、小写下标,表示交流瞬时值)
- ΔI_B 基极直流变化量
- Δi_b 基极瞬时值的变化量
- I_{TB} 临界饱和基极电流
- I_{CE} 临界饱和集电极电流
- I_E 发射极直流电流
- I_e 发射极交流有效值电流
- $I_{\dot{e}}$ 上述电流的复数值(参考 I_b , 余类推)
- I_Q 电流静态值
- I_i 交流输入电流
- I_o 交流输出电流有效值
- i_o 输出电流瞬时值
- I_f 反馈电流
- I_m 正弦电流幅值的通用符号
- I_L 负载电流
- i_D 漏极瞬时电流总值; 二极管瞬时电流值
- I_D 漏极直流电流; 二极管直流电流
- i_d 漏极交流瞬时电流值
- i_s 源极瞬时电流总值
- I_s 源极直流电流

- I_+ 集成运放同相输入电流
- I_- 集成运放反相输入电流
- U, u 电压的通用符号
- U_{BE} 基极-发射极直流电压
- u_{BE} 基极-发射极瞬时电压总值
- u_{be} 基极-发射极交流瞬时电压值
- U_{CE} 集电极-发射极直流电压
- u_{CE} 集电极-发射极瞬时电压总值
- u_{ce} 集电极-发射极交流瞬时电压值
- u_i 输入电压瞬时值
- U_i 正弦输入电压有效值
- u_o 输出电压瞬时值
- U_o 正弦输出电压有效值
- U_f 反馈电压
- U_Z 稳压管的稳定电压
- U_D 二极管的正向导通电压
- U_{T1} 场效应管的开启电压、二极管的门限电压、晶闸管的管压降
- U_P 场效应管的夹断电压
- U_F 发光二极管的正向压降
- U_{CC} 集电极回路电源对地电压
- U_{VEM} 二极管最大反向电压
- u_+ 集成运放同相输入电压
- u_- 集成运放反相输入电压
- U_{ic} 共模输入电压
- U_{id} 差模输入电压
- V_B 基极直流电位
- V_C 集电极直流电位
- V_E 发射极直流电位
- V_G 栅极直流电位
- V_D 漏极直流电位
- V_S 源极直流电位
- V_I 静态输入

- v_i 输入电平
 V_o 静态输出
 v_o 输出电平
 V_{i0} 输入 **0** 时的电平
 V_{i1} 输入 **1** 时的电平
 V_{OH} 输出高电平
 V_{OL} 输出低电平
 V_{ON} 开门电平
 V_{OFF} 关门电平
 V_{I1} 电路的接通电位
 V_{I2} 电路的关断电位
 E 直流电源电动势
2. 功率
- P 功率通用符号
 p 瞬时功率
 P_L 电源消耗的功率
 P_o 输出交变功率
 P_{cm} 最大输出功率
3. 频率
- f 频率通用符号
 f_0 振荡频率、中心频率
 f_H 放大电路上限(下降 3dB)频率
 f_L 放大电路下限(下降 3dB)频率
 f_{BW} 通频带
4. 时间
- t 时间通用符号
 t_f 下降时间
 t_H 恢复时间
 t_k 暂稳态的持续时间
 t_{ON} 开通时间
 t_{OFF} 关断时间
 t_p 脉冲宽度

t_{pd} 平均传输延迟时间

t_{pH1} 触发器传输时间

t_r 上升时间

5. 电阻、电导、电容

r 微变电阻的通用符号(小写字母表示器件内部的等效电阻)

R 固定电阻的通用符号(大写字母表示电路的电阻);

r_{be} 共发射极接法下基-射极之间的微变电阻

r_i 输入电阻

r_o 输出电阻

R_{ON} 开门电阻

R_{OFF} 关门电阻

R_{OL} 与非门输出低电平时的输出电阻

R_{OH} 与非门输出高电平时的输出电阻

g 微变电导的通用符号

g_m 跨导

C_o 旁路电容

C_t 加速电容

C_j PN结的结电容

6. 增益或放大倍数

A_u 电压放大倍数通用符号

\dot{A}_u 电压放大倍数复数量

A_{uf} 有反馈时的电压放大倍数

A_{uc} 无反馈时的电压放大倍数

A_{us} 考虑信号源内阻时的电压放大倍数

F 反馈系数的通用符号

\dot{F} 反馈系数的复数形式

A_c 共模电压放大系数

A_d 差模电压放大系数








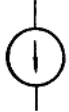





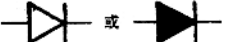
7. 电流放大系数

β 三极管的共发射极直流电流放大系数

β 三极管的共发射极交流电流放大系数

β_N 倒置状态工作的三极管的电流放大系数

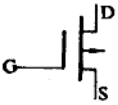
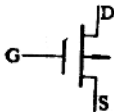
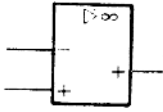
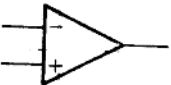
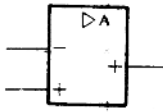
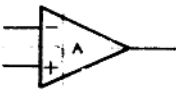
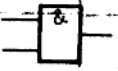
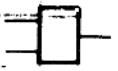
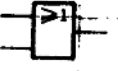
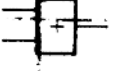
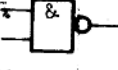
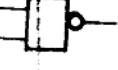
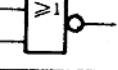
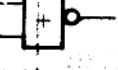
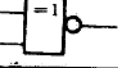
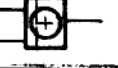
新旧图形符号对照表

名 称	新图形符号	旧 图 形 符 号
电解电容器		
理想电压源		
交流理想电压源		
理想电流源		
受控电压源		
受控电流源		
半导体二极管		

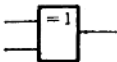




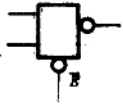
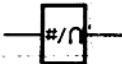
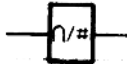

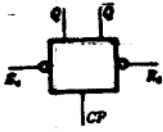
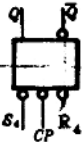
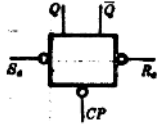
(续表)

名 称	新图形符号	旧 图 形 符 号
反向阻断晶闸管		
发光二极管		
半导体稳压管		
N 沟道结型场效应管		
P 沟道结型场效应管		
N 沟道增强型 MOS 场效应管		
P 沟道增强型 MOS 场效应管		
N 沟道耗尽型 MOS 场效应管		

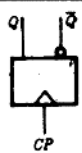




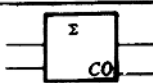

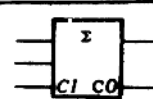
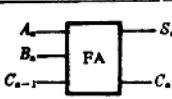
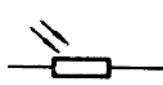

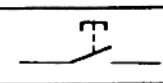
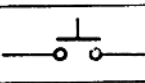
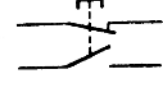
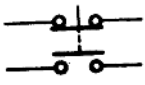
(续表)

名 称	新图形符号	旧 图 形 符 号
P 沟道耗尽型 MOS 场效应管		
理想运算放大器		
运算放大器 (A 为开环增益)		
与 门		
或 门		
与非门		
或非门		
异或门		









(续表)

名 称	新图形符号	旧 图 形 符 号
同或门		
00门(二输入与非)		
三态门(二输入与非)		
A/D 转换器		
D/A 转换器		
触发器(正电位触发)		
触发器(负电位触发)		

(续表)

名 称	新图形符号	旧 图 形 符 号
触发器 (正边沿触发及主从触发)		
触发器 (负边沿触发及主从触发)		
单稳态触发器		
半加器		
一位全加器		
光敏电阻		
单按钮		
复合按钮		

(续表)

名 称	新图形符号	旧 图 形 符 号
接触器 (在非动作位置触点断开)		
接触器 (在非动作位置触点闭合)		
电喇叭		
电 铃		
电警笛 报警器		
蜂鸣器		

前 言

本书是为高等学校工科各非电专业编写的函授教材，可兼作有志攻读大学课程的青年的自学用书，也可供全日制高等学校电视大学和职工大学师生教学参考。

本书是参照了高等学校工科电工学课程教学指导小组于1986年制订的《高等工业学校电子技术(电工学II)课程教学基本要求》，根据1988年10月在长沙召开的高等工科院校成人教育研究会电工学研究组第一届年会审订的《高等工业学校电子技术(电工学II)函授教学大纲》编写的。扩展了少量内容。

本书是与刘式雍主编的《电工技术(电工学I)》相配套，为“电工学”课程的教材。又可作为《电子技术》教材单独使用。本教材参考函授学时为165~210学时(相当于全日制55~70学时)。对于少学时“电工学”采用本书时，可不讲标*号内容，还可根据实际情况再少讲些内容。

本书包括了模拟电子技术和数字电子技术两大部分内容。全书共分十一章，其内容为：半导体二极管和三极管；基本放大电路；集成运算放大器；正弦波振荡电路；直流电源；数字逻辑基础；逻辑门电路；组合逻辑电路；时序逻辑电路；脉冲波形的产生和整形以及模拟量与数字量之间的转换等。

考虑到当今电子技术的飞速发展 and 日新月异的趋势，在教材中加强了新技术的内容，例如以小规模和中规模集成电路为主；广泛地应用集成运放组成电路等。此外，根据教学对象的特点及教学学时的限制，尽量用物理概念阐明问题的实质，避免大量的公式推导。力求突出基本概念和基本原理。就全书而言，由浅入深、通

俗易懂、便于自学,争取以较少的学时达到适当的深度和广度。

本书中的图形符号和文字符号均采用新颁布的国家标准。

考虑到函授教学和自学的需要,在每章前面编写了“自学指导”:它明确了该章的基本要求、重点和难点及需要说明的问题等。各章正文之后附有小结,它除了帮助读者复习总结、起到复习提纲的作用外,还作了适当的引伸,以开拓学员的知识面。复习思考题、习题和阶段测验题是供学员作自我检查用的,也是教师检查学员在一个阶段内是否完成学习任务的重要依据。为了帮助读者对某些基本理论的理解和运用,在重点章节中配置了较多的例题。对较难习题给出了部分解答、提示或答案。

本教材由北方交通大学李守成主编,负责全书的组织、统稿和定稿。参加本书编写工作的有北京邮电函授学院武绪康(第一、二、三章及附录二、三)、西北工业大学冯德光(第四、五、六章及第十一章的11-1、11-2)、北方交通大学李守成(第七、八、九、十章、第十一章的11-3及本书常用的基本符号、新旧图形符号对照表、本课程函授自学方法说明等其余部分)。

本书由北京化工学院吕砚山教授主审,他认真负责、逐字逐句地审阅了书稿,指出了缺点和不妥之处,并提出了许多宝贵意见。

在本书编写过程中,大连理工大学蒋德川教授给予了具体指导,他参加并指导了编写提纲的制定。我们在此对以上为本书的编写付出了辛勤劳动的老师表示衷心感谢!

由于我们水平有限,特别是对编写函授教材缺乏经验,书中难免存在不少缺点和错误,敬请各方面的读者予以批评指正。

编 者

1991年1月

目 录

本课程函授、自学方法的说明	1
一、课程的性质、任务、内容、基本要求及与先修课的关系	1
二、自学方法和有关注意事项	3
三、学时分配及作业安排建议	8

第一篇 模拟电子技术

第一章 半导体二极管和三极管	9
自学指导	9
1-1. 半导体的基础知识	10
1-1-1. 半导体的晶体结构	11
1-1-2. 纯净半导体中的两种载流子	11
1-1-3. 掺杂半导体的导电机理	13
1-2. PN结及其单向导电性	15
1-2-1. PN结的形成	15
1-2-2. PN结的单向导电性	16
1-2-3. PN结的反向电击穿和热击穿	17
1-2-4. PN结的结电容	18
1-3. 半导体二极管	18
1-3-1. 半导体二极管的结构	18
1-3-2. 二极管的伏安特性	19
1-3-3. 二极管的主要参数	21
1-3-4. 二极管的等效电路模型和开关特性	22
1-4. 硅稳压管、发光二极管、光敏二极管	24
1-4-1. 硅稳压管	24
*1-4-2. 发光二极管	26
*1-4-3. 光敏二极管	28
1-5. 半导体三极管	29

1-5-1. 三极管的结构	29
1-5-2. 三极管的电流放大作用	30
1-5-3. 三极管的输入和输出特性曲线	34
1-5-4. 三极管的主要参数	38
1-5-5. 三极管的等效电路模型	42
1-6. 场效应管	45
1-6-1. 绝缘栅场效应管	46
1-6-2. 场效应管的主要参数	50
1-6-3. MOS 场效应管的等效线性模型	51
本章小结	53
复习思考题	57
习题	58
第二章 基本放大电路	61
自学指导	61
2-1. 基本放大电路的组成	62
2-2. 基本放大电路工作情况分析	67
2-2-1. 静态工作点设置	67
2-2-2. 动态分析	71
2-2-3. 非线性失真问题的讨论	73
2-2-4. 静态工作点的稳定	74
*2-2-5. 常见的集成偏置电路	77
2-3. 放大电路的微变等效电路分析法	80
2-3-1. 利用微变等效电路计算电压放大倍数	81
2-3-2. 利用微变等效电路求放大电路的输入电阻和输出电阻	85
*2-4. 放大器的频率特性	89
2-4-1. 基本放大器的频率特性曲线	89
2-4-2. 多级放大器的频率特性曲线	91
2-5. 射极输出器	92
2-6. 功率放大电路	99
2-6-1. 功率放大电路的功能和特点	99
2-6-2. 互补对称功率放大器	100
2-7. 差动放大电路	107