

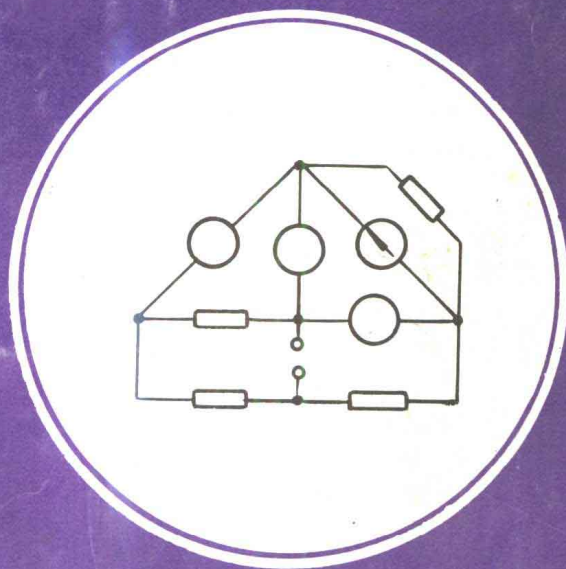
T01
0224

961886

高等学校教学用书

电工电子技术基础

主 编 刘作真 李德明



电子科技大学出版社

高等学校教学用书

电工电子技术基础

主 编 刘作真 李德明

电子科技大学出版社

• 1992 •

内 容 提 要

本书是根据全国职业大学电类专业研究会的决定,编写的技术基础课教材之一。全书系统地介绍了电工和电子技术的基本知识、基本概念、基本理论和应用知识。全书包括直流电路、交流电路、三相电路、三相异步电动机与控制、照明与安全用电、电工测量、二极管及整流电路、三极管及交流放大器、直流放大器与集成运算放大器、可控整流电路和数字电路共十二章。本书以少而精和加强应用性为其主要特点。

本书可作地方高等工业院校非电类专业的专科、少学时本科以及成人高校的《电工电子技术基础》的教材,亦可供有关工程技术人员参考。

电工电子技术基础

主 编 刘作真 李德明

*

电子科技大学出版社出版

(中国成都建设北路二段四号)

四川省自然资源研究所印刷厂胶印

四川省新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 17.625 版面字数 432千字

版次 1992年7月第一版 印次 1992年7月第一次印刷

印数 1—6500册

中国标准书号 ISBN7-81016-406-6/TM·5

[川]016 (15452·177) 定价:7.50元

前 言

本书是根据高等学校工科电工教材编审委员会制订的“教学基本要求”由全国职业大学电类专业研究会规划编写的非电专业技术基础教材。

本着“联系实际、加强应用和少而精”的原则,着重介绍基本理论、概念和方法,对电子元器件主要介绍其外部特性和使用知识,为学生学习后续课和从事与本专业有关的电工电子技术工作打下良好基础。为适应不同专业的需要,本书在内容上增加了“照明与安全用电”和“电工测量”两章,并尽量采用了新的国标图形和文字符号。

本书既可以作为地方大学非电专业“电工电子技术(电工学)”的教材,又可作为其他大专院校、职工大学、夜大、函大的教材,还是工程技术人员的有用参考书。

全书分“电工技术基础”和“电子技术基础”两篇,由刘作真副教授和李德明副教授任主编,分别负责上、下两篇的统稿工作。王炳实副教授和邹子厚任副主编。全书共十二章,其中,第一章由大连大学刘作真副教授编写;第二章由安阳大学林秀松副教授编写;第三章由济南大学王炳实副教授编写;第四章由沙洲职业工学院黄洪福编写;第五章由大连大学张锦惠副教授编写;第六、七章由攀枝花大学邹子厚编写;第八章由苏州职业大学曾晓敏编写;第九章由中州大学李德明副教授编写;第十章由佳木斯大学刘学文编写;第十一章由太原大学王根廷副教授编写;第十二章由西安培华女子大学张淳民编写。

本书由成都大学林伦友副教授和左家祥副教授任主审,昆明大学裴文彩、济南大学陈庆礼、洛阳大学姚旭东、郑州职工大学董学增任协审。审稿组全体同志仔细阅读了本书1990年试用本。出了修改意见;林伦友同志还详细阅读了本书的修改稿,协助补画了部分插图。大连大学董振鸿副教授、江汉大学费尔全副教授参加了早期编写大纲的讨论和制订,提出了许多宝贵意见;嘉兴高等专科学校朱锦芳、昆明大学裴文彩为本书部分初稿做了有益的工作。在编写过程中得到了全国职业大学电类专业研究会和各参编学校领导的关怀和支持。秘书长林伦友同志为本书出版做了大量具体工作,在此一并表示感谢。

随着电工电子技术的发展,本书内容尚需不断更新。由于我们的水平有限,错误和不妥之处在所难免;敬请读者批评指正。

编 者

1992年1月

EA-98/1405

绪 论

一、课程的地位、作用与任务

《电工电子技术基础》是研究电能及其电信号的传输、处理和转换等在科学技术领域中应用的科学。

本课程是高等工业院校的非电类专业的一门技术基础课。目前电工、电子技术应用极为广泛,发展非常迅速,并且日益渗透到其他科学领域,促进其发展,在我国社会主义现代化建设中占有重要地位。

本课程的作用与任务:使学生通过本课程的学习,获得电工、电子技术必要的基本理论、基本知识和基本技能。了解电工、电子技术发展的概况,为学习后续课程以及从事与本专业有关的电工、电子技术工作打下一定的基础。

二、课程的教学基本要求

教学基本要求是学生通过本课程的学习所必须达到的最低要求,是通过讲课、实验和习题等教学环节来完成的。

在教学基本要求中,对于具体内容所规定的深浅程度,统一采用如下两个层次:对于原理性和概念性的内容采用“理解”和“了解”两个层次,对于运算性和应用性的内容采用“掌握”和“了解”两个层次。

电工技术基础部分

1. 电路理论

- ①了解电路的作用、理解电路模型和额定值的意义。
- ②理解电压源与电流源。
- ③理解克希荷夫定律、叠加原理和戴维南定律并掌握其应用。了解支路电流法。
- ④理解并掌握正弦交流电的三要素、相量表示法、有效值和相量图,了解复数表示法、复阻抗,会分析计算简单交流电路。
- ⑤理解并掌握交流电路的 P 、 $\cos\varphi$ 的概念及其计算方法,了解 Q 、 S 的概念和提高 $\cos\varphi$ 的意义与方法。
- ⑥了解串联、并联谐振条件与特征。
- ⑦理解并掌握对称三相交流电路的电压、电流和功率的计算方法,了解负载的 Y 、 Δ 接法和中线的作用”。

2. 三相异步电动机和控制

- ①了解磁路的基本概念。
- ②了解变压器的结构、工作原理、外特性和额定值,掌握电压、电流和阻抗变换功能。
- ③理解三相异步电动机的工作原理,了解其结构特点、机械特性及额定值,掌握起动、反转方法和调速方法。

④了解常用控制电器、保护电器的结构、功能,掌握起动、正反转线路、自锁和联锁,了解短路、过载和失压保护方法,了解行程控制和时间控制,能读懂简单的控制线路。

3. 照明与安全用电

- ①了解照明的基本知识。
- ②了解安全用电和电气设备的保护常识。
- ③了解接零、接地保护、防雷保护的作用和注意事项。

4. 电工测量

- ①了解常用电工仪表的种类、结构原理、测量误差的意义和量程的选择。
- ②掌握电流、电压、功率和电阻的测量方法,会正确使用电工仪表。
- ③了解万用表的组成和使用方法

电子技术基础部分

对于电子器件侧重了解其外部特性和功能,对其内部机理和特性一般不要求深入了解。对电子电路以定性分析为主,为使具有一定的数量概念而做些必要的计算。

1. 二极管和整流电路

- ①了解普通二极管、稳压管的基本结构、工作原理,掌握其主要特性曲线和主要参数
- ②了解单相桥式整流电路。
- ③了解 RC 电路充放电过程,时间常数 τ 的物理意义。
- ④了解滤波稳压电路的组成和工作原理。

2. 晶体管和交流放大器

- ①了解晶体管的基本结构和放大作用,掌握其主要特性曲线和主要参数。
- ②理解共射极单管放大器的组成和工作原理,设置静态工作点的意义及其简化微变等效电路。掌握放大倍数的计算、了解输入电阻和输出电阻的概念。

- ③了解射极输出器的特点和应用。
- ④了解互补对称功率放大器的组成和特点。
- ⑤了解多级放大器的级间耦合方式和特点。

3. 直流放大器和运算放大器

- ①了解直流放大器存在的问题。
- ②了解差动放大器的电路结构、工作原理、共模和差模信号,共模抑制比概念、输入和输出方式。

- ③了解集成运算放大器的基本组成、主要参数和理想集成运算放大器的模型。
- ④理解负反馈的概念和对放大器性能的影响。
- ⑤掌握集成运放基本运算电路的分析方法。

4. 数字电路

- ①了解脉冲波形及矩形脉冲的参数。
- ②理解并掌握基本逻辑门电路的逻辑符号与功能。
- ③了解逻辑代数的基本运算法则和逻辑门电路的组合。
- ④理解并掌握 R-S、J-K 和 D 触发器的逻辑符号与功能。
- ⑤了解寄存器、计数器的组成和原理。
- ⑥了解译码器、数码显示器的组成和原理。

5. 可控整流电路

- ①了解可控硅的结构、原理特性和主要参数。
- ②理解单相桥式可控整流电路的工作原理。
- ③了解单结晶体管触发电路的工作原理。
- ④了解可控硅的保护方法。

实 验 项 目

- 一、叠加原理与戴维南定理。
- 二、日光灯电路。
- 三、三相电路。
- 四、三相异步电动机。
- 五、三相异步电动机正反转控制线路。
- 六、整流滤波和稳压电路。
- 七、单管交流放大器。
- 八、运算放大器。
- 九、单相可控硅整流电路。
- 十、组合门电路。
- 十一、触发器及计数器。
- 十二、常用电工仪表的使用。

学 时 分 配

本课程讲课为 66 学时,实验为 24 学时,共计 90 学时。学时分配可根据各校的具体情况作适当地调整。

目 录

绪 论

上篇 电工技术基础

第一章 直流电路

1-1 电路的组成与作用	(1)
1-2 电压源与电流源	(2)
一、电压源	(2)
二、电流源	(3)
三、电压源与电流源的等效变换	(4)
1-3 电路中的电位及其计算	(5)
1-4 电气设备的额定值	(7)
1-5 克希荷夫定律(Kirchhoff's Law)	(8)
一、克希荷夫电流定律(KCL)	(9)
二、克希荷夫电压定律(KVL)	(9)
1-6 支路电流法	(10)
1-7 叠加原理	(11)
1-8 戴维南定理	(13)
小 结	(15)
习 题	(16)

第二章 交流电路

2-1 正弦交流电的特征与表示	(20)
一、正弦交流电的特征	(20)
二、正弦交流电的相量表示法	(22)
2-2 单一参数交流电路	(25)
一、电阻交流电路	(25)
二、电容交流电路	(27)
三、电感交流电路	(29)
2-3 串联交流电路	(32)

一、 $R-L-C$ 串联交流电路	(32)
二、串联谐振	(35)
三、阻抗串联	(37)
2-4 并联交流电路	(38)
一、 $R-L$ 与 $R-C$ 的并联	(38)
二、阻抗并联	(40)
三、并联谐振	(40)
2-5 功率因数的提高	(42)
2-6 应用实例	(44)
小 结	(45)
习 题	(47)

第三章 三相交流电路

3-1 三相电压	(50)
一、三相电压的产生与表示	(50)
二、线电压与相电压	(51)
3-2 负载星形联接的三相电路	(53)
3-3 负载三角形联接的三相电路	(58)
3-4 三相功率	(59)
小 结	(60)
习 题	(61)

第四章 变压器

4-1 磁路与电磁铁	(63)
一、磁路及磁路欧姆定律	(63)
二、直流电磁铁	(66)
三、交流电磁铁	(67)
4-2 变压器的结构和工作原理	(68)
一、变压器的结构	(68)
二、变压器的工作原理	(69)
4-3 变压器的外特性、效率、极性	(73)
一、变压器的外特性	(73)
二、变压器的损耗与效率	(73)
三、变压器的极性	(74)
4-4 三相变压器	(75)
4-5 变压器的铭牌和额定值	(76)
4-6 应用实例	(77)

一、自耦变压器.....	(77)
二、仪用互感器.....	(78)
小 结	(80)
习 题	(80)

第五章 三相异步电动机及其控制

5-1 三相异步电动机的结构和工作原理	(83)
一、三相异步电动机的结构.....	(83)
二、旋转磁场的产生、转速与转向	(84)
三、三相异步电动机的转动原理、转速和转向	(86)
5-2 三相异步电动机的机械特性	(87)
一、电磁转矩.....	(87)
二、机械特性曲线.....	(88)
三、异步电动机的工作特性曲线.....	(90)
5-3 三相异步电动机的起动、反转、调速与制动	(91)
一、起动性能.....	(91)
二、起动方法.....	(91)
三、反转.....	(93)
四、调速.....	(93)
五、制动.....	(95)
5-4 三相异步电动机的铭牌与额定值	(95)
5-5 单相异步电动机	(99)
5-6 常用的控制电器.....	(102)
一、闸刀开关	(102)
二、按钮	(102)
三、组合开关	(103)
四、交流接触器	(103)
五、中间继电器	(103)
六、热继电器	(103)
七、熔断器	(104)
5-7 三相异步电动机的起动和停止控制线路.....	(105)
5-8 三相异步电动机正反转控制线路.....	(105)
5-9 行程控制.....	(108)
5-10 时间控制	(109)
一、时间继电器	(109)
二、鼠笼式电动机 Y- Δ 起动控制线路	(110)
三、鼠笼式电动机能耗制动控制线路	(110)
习 题.....	(111)

第六章 照明与安全用电

6-1 照明的基本知识.....	(113)
一、照明形式的选用	(113)
二、日光灯	(115)
6-2 安全用电.....	(118)
一、触电	(118)
二、触电的危害	(119)
三、预防触电的措施	(119)
四、触电的紧急救护	(121)
习 题.....	(121)

第七章 电工测量

7-1 电工测量仪表分类和误差.....	(122)
一、电工仪表的种类	(122)
二、仪表的误差	(122)
7-2 仪表的结构原理.....	(123)
一、磁电式仪表的结构原理	(123)
二、电磁式仪表的结构原理	(125)
三、电动式仪表的结构原理	(126)
7-3 电流、电压、功率及电阻的测量.....	(128)
一、电流的测量	(128)
二、电压的测量	(129)
三、功率的测量	(130)
四、电阻的测量	(131)
7-4 万用表(三用表、多用表)	(132)
一、MF-30型万用表	(133)
二、数字式万用表	(134)
习 题.....	(135)

下篇 电子技术基础

第八章 二极管和整流电路

8-1 半导体二极管.....	(136)
一、PN 结的基本结构	(136)
二、二极管的结构	(138)

三、二极管的伏安特性	(138)
四、二极管的主要参数	(139)
8-2 单相桥式整流电路	(140)
8-3 RC 电路充放电规律	(142)
一、RC 电路的充电规律	(142)
二、RC 电路的放电规律	(144)
三、RC 电路的时间常数	(144)
8-4 电容滤波电路	(146)
8-5 稳压管及其稳压电路	(148)
一、稳压管	(148)
二、稳压管的稳压电路	(149)
小 结	(151)
习 题	(151)

第九章 晶体三极管和交流放大电路

9-1 晶体三极管	(154)
一、基本结构	(154)
二、电流分配关系和放大作用	(155)
三、三极管的特性曲线	(157)
四、三极管的主要参数	(158)
9-2 单管交流放大电路	(160)
一、单管交流放大电路的组成	(160)
二、静态工作点的设置	(160)
三、交流放大电路的图解分析法	(162)
四、放大电路的微变等效电路分析法	(164)
9-3 工作点稳定的交流放大电路	(167)
一、温度对静态工作点的影响	(167)
二、典型工作点稳定电路	(168)
9-4 阻容耦合放大电路	(170)
一、电压放大倍数的计算	(171)
二、输入电阻和输出电阻	(172)
三、阻容耦合放大电路的频率特性	(172)
9-5 射极输出器	(173)
一、静态工作点	(173)
二、电压放大倍数	(174)
三、输入电阻	(174)
四、输出电阻	(175)
9-6 功率放大电路	(175)

一、OTL 互补推挽电路	(175)
二、准互补推挽电路	(177)
三、OCL 互补推挽电路	(178)
9-7 应用实例	(178)
小 结	(179)
习 题	(180)

第十章 运算放大器

10-1 直流放大器	(184)
一、直接耦合存在的问题	(184)
二、差动放大器的工作原理	(185)
10-2 集成运算放大器	(193)
一、运算放大器的基本组成	(193)
二、性能参数	(195)
三、理想集成运算放大器的模型	(196)
10-3 放大器中的负反馈	(197)
一、反馈的基本概念	(197)
二、负反馈放大器的类型	(198)
三、负反馈对放大电路性能的影响	(200)
10-4 运算放大器的基本应用电路	(202)
一、反相运算电路	(202)
二、同相比例运算电路	(204)
三、差动运算电路	(204)
四、积分运算电路	(205)
五、微分运算电路	(206)
六、电压比较器	(206)
10-5 应用实例	(207)
一、RC 桥式正弦波振荡器	(207)
二、稳压电源	(208)
小 结	(209)
习 题	(211)

第十一章 可控硅整流电路

11-1 可控硅元件	(214)
一、基本结构	(214)
二、工作原理	(215)
三、伏安特性	(216)

四、主要参数	(217)
11-2 可控整流电路	(218)
一、单相半波可控整流电路	(218)
二、单相桥式可控整流电路	(220)
三、三相半波可控整流电路	(220)
11-3 单结晶体管触发电路	(221)
一、单结晶体管	(222)
二、单结晶体管振荡电路	(223)
三、触发电路的输出方式	(224)
四、可控整流电路举例	(224)
11-4 可控硅的保护	(226)
一、过电流保护	(226)
二、过电压保护	(227)
小 结	(227)
习 题	(228)

第十二章 脉冲数字电路

12-1 脉冲信号	(229)
12-2 晶体管的开关作用	(230)
一、二极管的开关特性	(230)
二、三极管的开关作用	(230)
12-3 基本逻辑门电路	(232)
一、“与”门电路	(232)
二、“或”门电路	(234)
三、“非”门电路	(235)
四、复合门电路	(235)
五、集成门电路(TTL)	(236)
12-4 逻辑代数基础	(238)
一、逻辑代数的基本运算法则	(238)
二、逻辑函数	(238)
三、逻辑函数的化简方法	(239)
12-5 触发器	(240)
一、基本 R-S 触发器	(240)
二、同步 R-S 触发器	(241)
三、J-K 触发器(主从型)	(242)
四、D 触发器(维持阻塞型)	(244)
五、T、T' 触发器	(245)
12-6 寄存器	(246)

一、数码寄存器	(246)
二、移位寄存器	(247)
12-7 计数器	(248)
一、十进位计数制与二进位计数制	(248)
二、计数器	(249)
12-8 译码器和数码显示器	(252)
一、二进制译码器	(253)
二、二-十进制译码器	(253)
三、数码显示器	(254)
四、显示译码器	(255)
12-9 应用实例	(256)
一、CC7555定时器	(256)
二、定时器应用举例	(257)
小 结	(259)
习 题	(260)

参 考 书 目

上 篇 电工技术基础

第一章 直 流 电 路

本章主要讨论电路的基本概念、基本定律和分析计算电路的基本方法。它不仅适用于直流电路,也适用于交流电路,是这门课的理论基础部分,也是学习后续课的基础。

凡在物理学中已学过的,例如电路中的基本物理量的定义、欧姆定律、电阻的串联与并联等,在本书中就不再重述。

1-1 电路的组成与作用

电路就是电流流通的路径。复杂一些电路亦称网络。

任何用电设备,都是用导线、开关和熔断器等将它接到电源上工作的。这就构成了一个电路。尽管实际应用的电路有多种多样,但主要由电源、负载(即用电设备)和中间环节三个部分组成的。图1-1所示的是一个最简单的电路。图中未画出熔断器。

电源是供应电能的设备,将非电能转换为电能。实际应用的有交流电源和直流电源,因而电路又分为交流电路和直流电路。本章主要讨论直流电路。在直流电路中,作为电源有直流发电机和电池等。我们已知道图中的 E 为电源电动势, R_0 为内阻。电动势 E 的实际方向规定为:在电源内部由低电位(负极)指向高电位(正极)。

负载即用电设备,是取用电能的设备,例如电灯、电炉、电动机等,它们分别将电能转换为光能、热能、机械能等。有的用电设备取用交流电能,有的用电设备取用直流电能。对于后者,在直流电路中,负载可用参数电阻表示。

中间环节是将负载与电源连接起来的部分,包括导线、开关和熔断器等。起传输、分配和控制电能的作用。当开关 K 闭合电路接通后,电源就向负载输出电压 V 和电流 I ,负载就通电工作。

可见,电路的作用是实现电能传输和转换的。对于常用的收音机、电视机、计算器等电子线

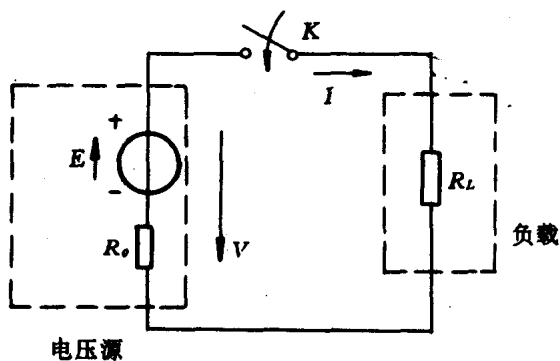


图1-1 最简单直流电路

路,其作用主要是进行信号的传输和处理。

能或信号在电路中的传输、转换和处理都是通过电路中的电压和电流实现的,我们讨论电路的工作情况,就是通过讨论电路中电压与电流情况进行的。

图 1-1 中给出的电压 V 和电流 I 的方向,也是规定的实际方向:电流是正电荷的运动方向,电压是由高电位指向低电位。 E 、 V 、 I 的方向如未给出,可任意假定,这种假定的方向,称为正方向或称为参考方向。正方向假定之后,其值有正负之分,当正方向与实际方向一致时,为正值,相反为负值。一般在电路图中所给出 E 、 V 、 I 方向,都是正方向。这是因为,在分析计算电路的时候,往往不能事先断定其实际方向。尤其是在交流电路中,因为实际方向要随时间不断反复改变,这就更难标明其实际方向了。所以搞清正方向的意义是很重要的。

1-2 电压源与电流源

任何一种实际电源,经过抽象化之后,都可以作成电源的模型,电源的模型有两种基本形式:电压源与电流源。通过本节学习,要掌握它们的主要性质。

一、电 压 源

1. 什么是电压源

用恒定不变的电动势 E 和内阻 R_0 串联表示的电源,称为电压源。其电路模型如图 1-1 所示。这是我们已经熟悉的。

2. 电压源的外特性

电压源的输出电压 V 与输出电流 I 的关系 $V=f(I)$ 称为电压源的外特性。由电路图可得其关系式

$$V = E - IR_0 \quad (1-1)$$

称为电压源外特性方程式。

式中电动势 E 和内阻 R_0 是一定的。所以输出电压 V 将随输出电流 I 的增加而下降。

此关系式,显然是一个直线方程,如图 1-2 所示的斜线 AB ,称为电压源的外特性曲线。

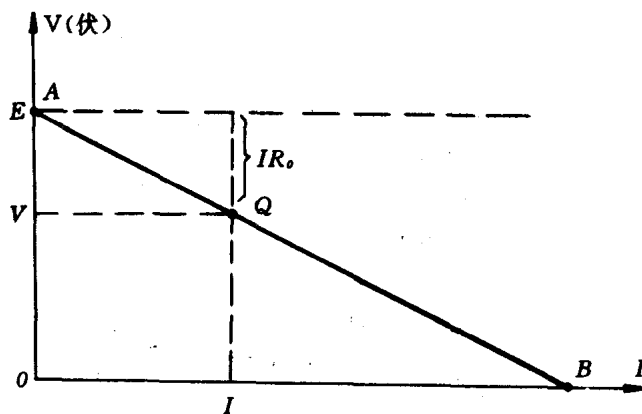


图 1-2 电压源外特性曲线