



新世纪高等职业教育机电类课程教材

电子技术



主 编 邓木生



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

新世纪高等职业教育机电类课程教材

电子技术

主 编 邓木生

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是在高等职业教育经过多年教学改革与实践的基础上,为适应我国的社会进步和经济发展的需要,结合高职高专的办学方向定位,岗位需求,以及生源的具体水平情况,而专门为高职高专机电类专业编写的电子技术教材。

全书主要包括:直流稳压电源、分立元件放大器、集成运算放大器、功率放大器、信号发生器、电力电子电路、数字电路基础、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、模数和数模转换电路。各课题以一实例电路为核心,内容包含基础知识、电路实例介绍、电路技能训练、扩展知识和巩固提高五个部分,课题的思考与练习形式多样化,部分课题在巩固与提高模块中还增加了趣味小电路和课外制作电路,有利于学生自主学习及开放式教学。

本书可作为高职高专机电专业、数控专业、模具专业、制冷专业、汽车维修专业等电子技术课程教材,也可作为机电类培训教材和供从事电子技术专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术 / 邓木生主编. —北京:高等教育出版社, 2006.7

ISBN 7-04-019596-8

I. 电... II. 邓... III. 电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 079663 号

策划编辑 孙鸣雷 责任编辑 李宇峰 封面设计 吴 昊 责任印制 潘文瑞

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000
传 真 021-56965341

购书热线 010-58581118
021-56964871
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
<http://www.hepsh.com>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
排 版 南京理工出版信息技术有限公司
印 刷 上海新华印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 16.5
字 数 400 000

版 次 2006 年 8 月第 1 版
印 次 2006 年 8 月第 1 次
定 价 22.50 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19596-00

出版说明

高等教育出版社组织编写的“新世纪高职高专教改项目成果教材”自出版以来,以其适应高等职业教育人才培养模式的基本特征,以应用为主旨、以就业为导向的教学内容体系等特点,受到了广大高等职业院校师生的一致好评。

为了进一步贯彻落实《中华人民共和国职业教育法》和《中华人民共和国劳动法》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,2005年10月28日,国务院发布了《国务院关于大力发展职业教育的决定》(以下简称《决定》),明确了今后一个时期职业教育改革与发展的指导思想、目标任务和政策措施。11月7日至8日,国务院召开了全国职业教育工作会议,深入学习贯彻党的十六届五中全会精神,全面落实科学发展观,动员和部署实施《决定》。会议强调,要把发展职业教育作为经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点;以服务社会主义现代化建设为宗旨,培养数以亿计的高素质劳动者和数以千万计的高技能专门人才;坚持以就业为导向,深化职业教育教学改革;依靠行业企业发展职业教育,推动职业院校与企业的密切结合;严格实行就业准入制度,完善职业资格证书制度。

为了贯彻落实《决定》和全国职业教育工作会议精神,也为了适应我国近几年高等职业教育快速发展的需要,促进教学内容、教学体系的更新,我社在2005年底启动了对“新世纪高职高专教改项目成果教材”的修订再版工作。新版系列教材坚持以“就业”为导向的原则,选取实际工作中存在的设备工具、操作方式,讲解在实际岗位工作时实际需要的知识和能力,适应高等职业教育培养学生的“就业能力”的需要;与国家技能鉴定等就业准入制度结合,注重从实际工作场合选取有代表性的实例,突出学生实际操作能力的培养。

新版系列教材出版后,我们还将不定期地举行相关课程的研讨与培训活动,并邀请一些相关行业的优秀企业共同探讨人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革,为各院校提供一个加强校企合作、交流的互动平台。

“新世纪高等职业教育机电类课程教材”适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校机电类专业使用。

高等教育出版社

2006年6月

前 言

本书是在高等职业教育经过多年教学改革与实践的基础上,为适应我国的社会进步和经济发展的需要,结合高职高专的办学方向定位、岗位需求以及生源的具体水平等情况,而专门为高职高专机电类专业编写的电子技术教材。本书可作为高职高专机电专业、数控专业、模具专业、制冷专业、汽车维修等专业电子技术课程教材,也可作为机电类培训教材和供从事电子技术专业的工程技术人员参考。

针对高等职业教育的特点与要求,对原有的电子技术教材进行了深层次的改革,以“学生为中心、以能力培养为本位”全新的职教理念为指导,提倡学生在“做中学,学中做”的理论实践一体化教学理念,以“必需、够用”为原则,以实际应用为主旨,几经努力,编写出这本全新的电子技术课程教材。本教材有以下特点:

1. 本教材以基础理论知识适度,强调技术应用能力培养为主旨来构建课程内容体系,淡化理论,够用为度,培养技能,重在应用与能力的原则。

2. 本教材将模拟电子技术、数字电子技术、电力电子技术进行综合,打破原来课程的学科化和系统化倾向,删除了复杂的理论推导,简化了分立元件电路,加强了集成器件的应用,增加岗位能力所需要的新知识与新工艺。最大程度满足时代发展的需要。

3. 本教材采用以课题贯穿全书的形式。各课题提倡够用的基础知识,再以介绍实例所涉及的各单元知识电路,最后落实到实例教学中去。同时,为了完善课程的知识体系和满足因材施教的需要,增加扩展知识模块介绍相关的知识。

4. 教学以实例为中心,学生在“做中学、学中做”,基础知识与技能训练交叉互动的一体化教学模式,更好地激发学生的学习兴趣,增强了学生的实践动手能力和创新思维。

全书共十一个课题,各课题以一实例电路为核心,内容包含基础知识、电路实例介绍、电路技能训练、扩展知识和巩固提高五个部分,课题的思考与练习形式多样化,部分课题在巩固与提高模块中还增加了趣味小电路和课外制作电路,有利于学生自主学习及开放式教学。

本书由邓本生任主编,周红兵老师编写了课题二、三、四;段树华老师编写了课题五、六和附录;张文初老师编写了课题八、九、十、十一,黄浩老师编写了课题七,邓本生老师编写了课题一。

湖南铁道职业技术学院赵承荻教授仔细审阅了全书,在编写过程中还得到了湖南铁道职业技术学院电子教研室刘郁文、周纪良、张敏三、余娟、王勇、肖辽亮等老师的大力帮助,在此向他们表示感谢。

由于编者水平有限,书中有错漏与不妥之处,恳请读者指正。

编 者

2006年6月

目 录

课题一 直流稳压电源	1
1.1 基础知识	1
1.1.1 半导体基础知识	1
1.1.2 二极管	2
1.1.3 直流稳压电源的作用、组成框图	4
1.2 电路实例分析	9
1.2.1 电路图	9
1.2.2 电路元器件功能表	9
1.2.3 电路分析	10
1.3 技能训练——集成直流稳压电源	10
1.3.1 训练目标	10
1.3.2 训练器材	10
1.3.3 训练内容	11
1.4 扩展知识	16
1.4.1 特殊二极管及应用	16
1.4.2 其他稳压电路	19
1.5 巩固与提高	21
1.5.1 课题小结	21
1.5.2 练习与思考	21
课题二 分立元件放大器	24
2.1 基础知识	24
2.1.1 晶体三极管	24
2.1.2 三极管放大电路基础	30
2.2 电路实例分析	36
2.2.1 电路图	36
2.2.2 电路元器件功能表	36
2.2.3 电路分析	37
2.3 技能训练——音频电压放大电路	38
2.3.1 训练目标	38
2.3.2 训练器材	38
2.3.3 训练内容	39
2.4 扩展知识	45
2.4.1 射极输出器(共集电极电路)	45

2.4.2	场效晶体管及其放大电路	46
2.5	巩固与提高	50
2.5.1	课题小结	50
2.5.2	练习与思考	50
课题三	集成运算放大器	53
3.1	基础知识	53
3.1.1	集成电路基础	53
3.1.2	集成运算放大器	54
3.1.3	集成运算放大器线性应用基本电路	57
3.1.4	集成运算放大器使用常识	58
3.2	电路实例分析	59
3.2.1	电路图	59
3.2.2	电路元器件功能表	60
3.2.3	电路分析	60
3.3	技能训练——集成运放音频放大电路	62
3.3.1	训练目标	62
3.3.2	训练器材	62
3.3.3	训练内容	63
3.4	扩展知识	67
3.4.1	集成运算放大器的应用	67
3.4.2	集成运算放大器使用注意事项	71
3.5	巩固与提高	74
3.5.1	课题小结	74
3.5.2	练习与思考	74
课题四	功率放大器	77
4.1	基础知识	77
4.1.1	功率放大电路的主要特点和基本要求	77
4.1.2	功率放大电路的分类	78
4.1.3	功率放大电路的主要性能指标	79
4.1.4	基本功率放大电路	79
4.2	电路实例分析	85
4.2.1	电路图	85
4.2.2	电路元器件功能表	85
4.2.3	电路分析	86
4.3	技能训练——LM386 集成功放电路	86
4.3.1	训练目标	86
4.3.2	训练器材	86

4.3.3 训练内容	86
4.4 扩展知识	88
4.4.1 单管甲类功率放大器	88
4.5 巩固与提高	90
4.5.1 课题小结	90
4.5.2 练习与思考	90
课题五 信号发生器	93
5.1 基础知识	93
5.1.1 正弦波振荡器	93
5.1.2 555 集成芯片介绍	95
5.2 电路实例分析	96
5.2.1 简易函数信号发生器电路	96
5.2.2 简易函数信号发生器的功能	96
5.2.3 电路分析	96
5.3 技能训练——简易函数信号发生器	101
5.3.1 训练目标	101
5.3.2 训练器材	101
5.3.3 训练内容	102
5.4 扩展知识	105
5.4.1 单稳态触发器	105
5.4.2 施密特触发器	107
5.4.3 多谐振荡器	108
5.5 巩固与提高	110
5.5.1 课题小结	110
5.5.2 练习与思考	110
课题六 电力电子电路	115
6.1 基础知识	115
6.1.1 晶闸管	115
6.1.2 单结晶体管	119
6.1.3 其他电力电子器件(GTR、IGBT)	120
6.2 电路实例分析	121
6.2.1 晶闸管调压(调光)电路图	121
6.2.2 电路元器件功能表	121
6.2.3 电路分析	122
6.3 技能训练—调光电路	123
6.3.1 训练目标	123
6.3.2 训练器材	123

目 录

6.3.3 训练内容	124
6.4 扩展知识	128
6.4.1 晶闸管可控整流电路	128
6.4.2 晶闸管触发电路	131
6.4.3 应用电路	132
6.5 巩固与提高	134
6.5.1 课题小结	134
6.5.2 练习与思考	134
课题七 数字电路基础	138
7.1 基础知识	138
7.1.1 数字电路概述	138
7.1.2 数制及相互转换	139
7.1.3 码制	140
7.1.4 基本逻辑门电路	142
7.1.5 逻辑代数与逻辑函数	146
7.2 电路实例分析	147
7.2.1 逻辑笔电路图	147
7.2.2 电路元器件功能表	148
7.2.3 电路分析	148
7.3 技能训练——逻辑笔的制作	148
7.3.1 训练目标	148
7.3.2 训练器材	148
7.3.3 训练内容	149
7.4 扩展知识	150
7.4.1 逻辑函数的化简	150
7.4.2 集成逻辑门电路	154
7.5 巩固与提高	157
7.5.1 课题小结	157
7.5.2 练习与思考	158
课题八 组合逻辑电路	161
8.1 基础知识	161
8.1.1 组合逻辑电路的特点	161
8.1.2 组合逻辑电路的分析方法	162
8.1.3 常用集成组合逻辑器件	162
8.2 电路实例分析	169
8.2.1 数码显示器电路图	169
8.2.2 电路元器件功能表	169

8.2.3 电路逻辑功能分析	170
8.3 技能训练——数码显示器	170
8.3.1 训练目标	170
8.3.2 训练器材	170
8.3.3 训练内容	171
8.4 扩展知识	172
8.4.1 加法器	172
8.4.2 数据选择器	174
8.5 巩固与提高	175
8.5.1 课题小结	175
8.5.2 练习与思考	176
课题九 集成触发器	180
9.1 基础知识	180
9.1.1 触发器概述	180
9.1.2 RS 触发器	181
9.1.3 集成 D 触发器	184
9.1.4 集成 JK 触发器	187
9.1.5 T 触发器	190
9.2 电路实例分析	191
9.2.1 抢答器电路图	191
9.2.2 电路元器件功能表	192
9.2.3 电路逻辑功能分析	192
9.3 技能训练——抢答器	193
9.3.1 训练目标	193
9.3.2 训练器材	193
9.3.3 训练内容	194
9.4 扩展知识	197
9.4.1 触发器实现的二分频电路	197
9.4.2 D 触发器构成密码锁	198
9.5 巩固与提高	199
9.5.1 课题小结	199
9.5.2 练习与思考	199
课题十 时序逻辑电路	203
10.1 基础知识	203
10.1.1 时序逻辑电路的特点	203
10.1.2 时序电路的基本分析方法	204
10.1.3 中规模集成计数器	206

10.2 电路实例分析	211
10.2.1 简易数字频率计电路图	211
10.2.2 电路元器件功能表	211
10.2.3 电路逻辑功能分析	212
10.3 技能训练——简易数字频率计	213
10.3.1 训练目标	213
10.3.2 训练器材	213
10.3.3 训练内容	214
10.4 扩展知识	216
10.4.1 寄存器	216
10.5 巩固与提高	220
10.5.1 课题小结	220
10.5.2 练习与思考	220
课题十一 模数转换、数模转换	223
11.1 基础知识	223
11.1.1 D/A 转换器	223
11.1.2 A/D 转换器	227
11.2 电路实例分析	229
11.2.1 $3\frac{1}{2}$ 位数字电压表电路图	229
11.2.2 电路元器件功能表	230
11.2.3 电路工作原理分析	230
11.3 技能训练——数字电压表	233
11.3.1 训练目标	233
11.3.2 训练器材	233
11.3.3 训练内容	234
11.4 巩固与提高	237
11.4.1 课题小结	237
11.4.2 练习与思考	237
附录	239
附录 A 国内外晶体管型号命名法	239
附录 B 电子电路安装调试及故障分析与处理	245
参考文献	249

课题一 直流稳压电源

直流稳压电源是将交流电转变为稳定直流电的电路。本课题通过列举一典型直流稳压电源电路,重点介绍直流稳压电源电路的组成、工作原理以及二极管的基本特点和在电路中的作用,并通过元器件测试和直流稳压电源电路的安装、调试等过程,达到熟悉元器件应用以及掌握直流稳压电源电路构成的目的。

学习重点

1. 二极管的特性与应用
2. 直流稳压电源的作用、组成
3. 二极管的识别与检测
4. 直流稳压电源的安装、调试与测量

1.1 基础知识

1.1.1 半导体基础知识

导电性能介于导体与绝缘体之间的物质称为半导体。常用的半导体材料有四价元素硅(Si)、锗(Ge)、硒(Se)和砷化镓(GaAs)等。半导体一般呈晶体结构。

一、本征半导体

纯净的不含任何杂质、晶体结构排列整齐的半导体称为本征半导体。在常温下,本征半导体导电能力差,但在外界条件变化如温度升高或受到光照时,其导电能力将会有所增强。

二、掺杂半导体

掺杂半导体就是在本征半导体中掺入某种微量元素(杂质)后所形成的半导体,其导电能力要比本征半导体的导电能力增强几十万甚至几百万倍。根据掺入的杂质不同,杂质半导体可分为P型半导体和N型半导体两大类:

1. P型半导体

在本征半导体中掺入微量三价元素(如硼元素)后所形成的半导体。

2. N型半导体

在本征半导体中掺入微量五价元素(如磷元素)后所形成的半导体。

三、PN 结

如果通过一定的生产工艺把 P 型半导体和 N 型半导体结合在一起,则会在它们的交界处形成一个特殊的薄层,这个薄层就称为 PN 结。PN 结具有单向导电性。

1.1.2 二极管

一、二极管的结构、符号

二极管的结构如图 1.1.1(a)所示,内部一个 PN 结、外引两电极,再加封装外壳构成。其中,从 P 端引出的电极称阳极,用“a”表示(或正极,用“+”表示),从 N 端引出的电极称阴极,用“k”表示(或负极,用“-”表示)。其文字代号常用“VD”表示,电路符号如图 1.1.1(b)所示。

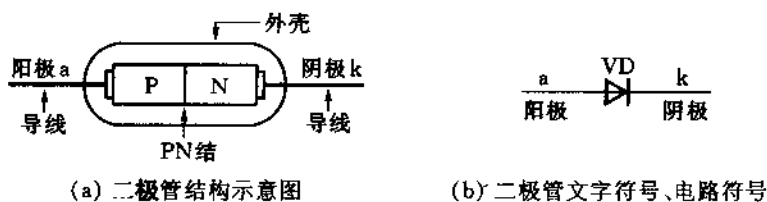


图 1.1.1 二极管结构及符号

常见二极管的外形如图 1.1.2 所示。

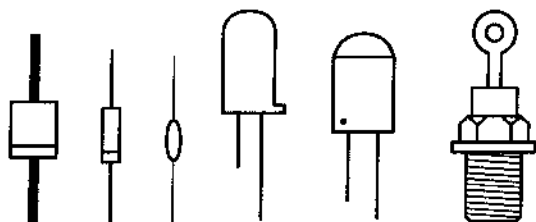


图 1.1.2 几种常见二极管的外形

二、二极管的基本特性——单向导电性

二极管的基本特性为单向导电性,即加一定的正向电压导通,加反向电压截止,如图 1.1.3 所示。

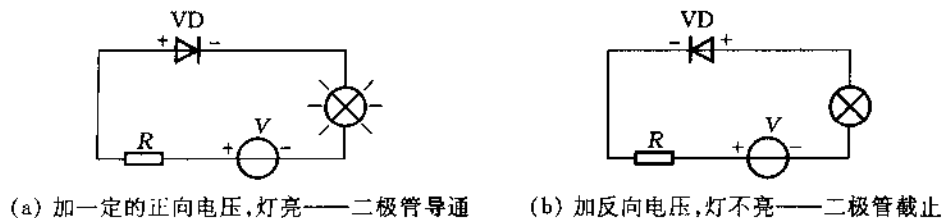


图 1.1.3 二极管的单向导电性

三、二极管的伏安特性曲线

二极管的导电特性可用二极管的伏安特性曲线来表示。二极管的伏安特性即加在二极管两端的电压 U_F (或 U_R) 与其通过电流 I_F (或 I_R) 之间的相互关系。用 $I-U$ 直角坐标系描绘出来, 就是二极管的伏安特性曲线。二极管的伏安特性测试电路如图 1.1.4 所示, 普通二极管伏安特性曲线如图 1.1.5 所示。

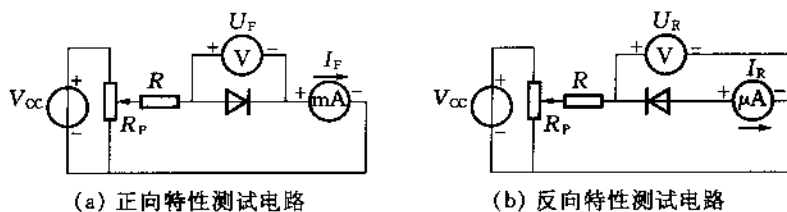


图 1.1.4 二极管的伏安特性测试电路

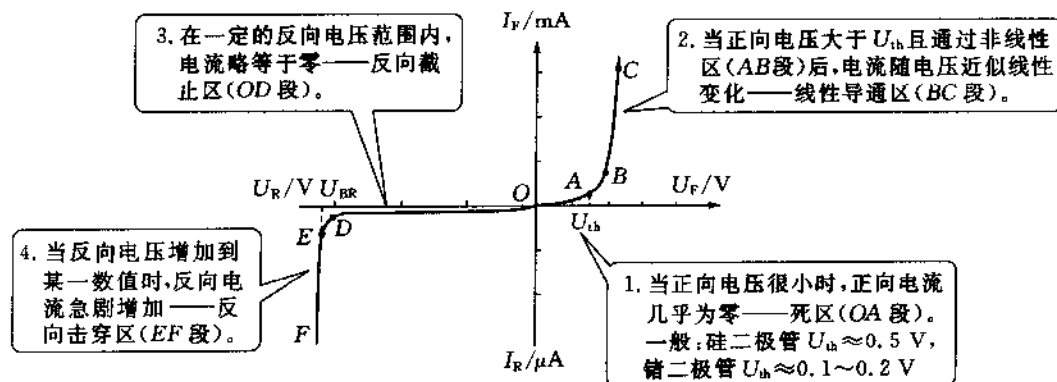


图 1.1.5 二极管伏安特性曲线

四、二极管主要参数

1. 最大整流电流 I_F

I_F 指二极管长时间工作时, 允许通过的最大正向平均电流。

2. 最高反向工作电压 U_{RM}

U_{RM} 指为了保证二极管不致反向击穿所允许加在二极管上的最高反向电压。 U_{RM} 通常规定为二极管反向击穿电压的 $1/2 \sim 1/3$ 。

3. 正向压降 U_F

二极管正向导通后的两端电压。硅材料小功率二极管 U_F 为 $0.7 \sim 0.8\text{ V}$, 通常取 0.7 V 。锗材料小功率二极管 U_F 为 $0.2 \sim 0.3\text{ V}$, 通常取 0.3 V 。

4. 反向电流 I_R

I_R 指在常温下, 二极管未击穿时的反向电流值。其数值越小, 表明其单向导电性越好。

除以上三个主要参数外,二极管还有一些参数,如最高工作频率 f_M 、工作温度 t_j 、结电容 C_j 等。表 1.1.1 列出了几种常见国产普通二极管(2AP、2CP 系列)、整流二极管(2CZ 系列)和国外相应二极管的几个主要参数,供使用时参考。

表 1.1.1 几种常见普通二极管的主要参数

参 数 型 号	I_F/mA	U_{RM}/V	U_F/V	$I_R/\mu\text{A}$
2AP9	3	10	≤ 0.3	200
2CP18	100	400	≤ 1.0	1
2CZ56K	3 000	800	≤ 0.8	20
1N4001	1 000	50	≤ 1.2	5
1N4004	1 000	400	≤ 1.2	5
1N4007	1 000	700	≤ 1.2	5
1N5401	3 000	100	≤ 1.0	5

1.1.3 直流稳压电源的作用、组成框图

直流稳压电源的作用是将 220 V、50 Hz 的交流电转换为大小一定的稳定直流电。一般由变压、整流、滤波和稳压四部分电路构成,如图 1.1.6 所示。

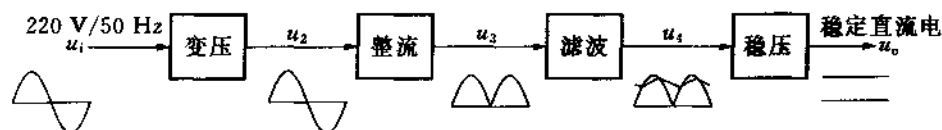


图 1.1.6 直流稳压电源组成框图

一、整流电路

1. 整流电路作用

将单相交流电转换为脉动直流电。整流电路波形如图 1.1.7 所示。

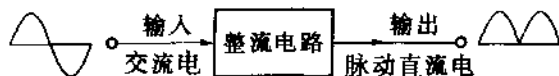


图 1.1.7 整流电路作用

2. 桥式整流电路及其工作原理

基本桥式整流电路如图 1.1.8 所示。其工作原理如图 1.1.9 所示。

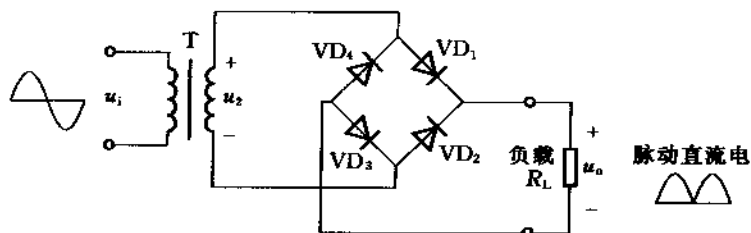


图 1.1.8 基本桥式整流电路

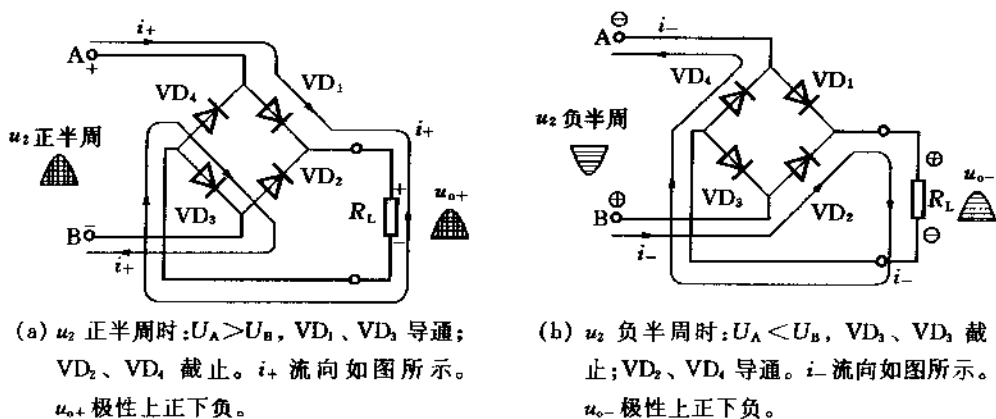


图 1.1.9 桥式整流电路工作原理

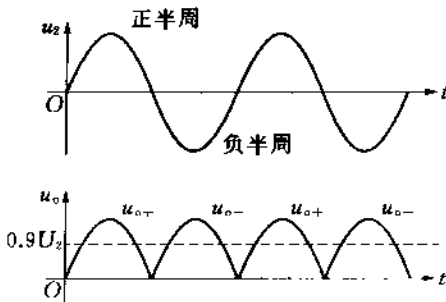
3. 桥式整流电路的特性

由图 1.1.9 可见:无论是交流电 u_2 的正半周,还是负半周,经过 VD_1 、 VD_2 、 VD_3 、 VD_4 构成的桥式整流电路后,在 R_L 上形成的输出电压 u_{o+} 、 u_{o-} 极性相同,即将方向变化的交流电 u_2 变换成了方向不变的直流电 u_o 。

由于整流后输出的直流电大小时刻变化,像脉搏一样波动,因此称为脉动直流电。两个周期内的 u_2 、 u_o 波形如图 1.1.10 所示, u_o 的电压平均值 $U_o \approx 0.9U_2$ (U_2 为交流电压 u_2 的有效值)。

4. 其他类型整流电路

单相整流电路除上述桥式整流电路外,还有半波整流(如图 1.1.11(a)所示)、全波整流(如图 1.1.11(b)所示)和倍压整流(如图 1.1.11(c)所示)电路等类型。读者可参照桥式整流电路自己分析它们的工作原理。

图 1.1.10 两个周期内的 u_2 、 u_o 波形

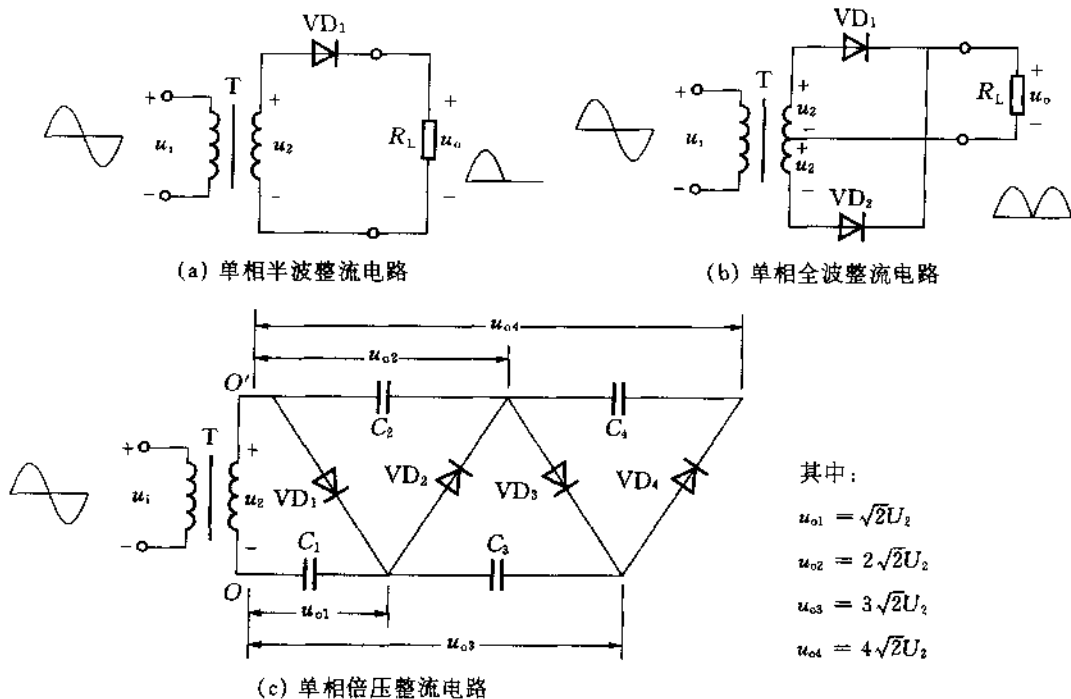


图 1.1.11 其他单相整流电路

二、滤波电路

1. 滤波电路作用

将脉动直流电转换为平滑直流电。滤波电路作用波形如图 1.1.12 所示。

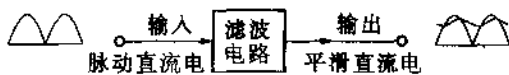
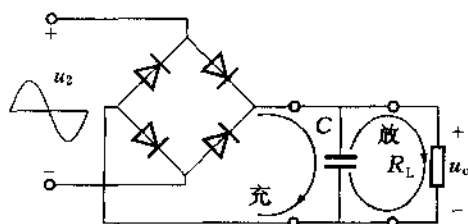


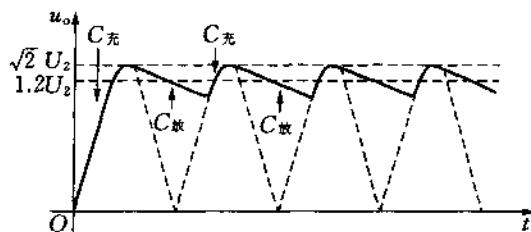
图 1.1.12 滤波电路作用

2. 电容滤波电路及其工作原理

利用电容器的储能特性且两端电压 u_C 不能突变(按指数规律变化)的特点,将电容器 C 并联在输出电压 u_o 两端,构成电容滤波电路,如图 1.1.13(a)所示。



(a) 滤波电路



(b) 工作波形

图 1.1.13 电容滤波电路

其工作原理如图 1.1.13(b)所示:电路刚开始工作时,整流电路向电容 C 和负载电