

电子技术(电工学II)常见题型解析及模拟题

西北工

社

电子技术

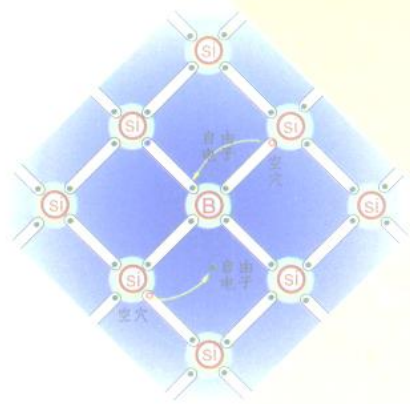
(电工学II)

常见题型解析及模拟题

杜清珍 朱建堃 编

通向研究生之路
系列丛书

- 考研者
愿望成真的阶梯
- 大学生
知识汲取的源泉
- 自学者
闯关过隘的桥梁



理论提要·例题解析·模拟题

西北工业大学出版社

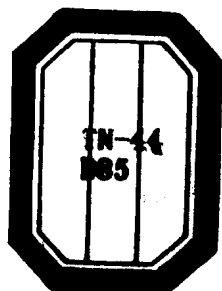
通向研究生之路系列丛书

电子技术

(电工学 II)

常见题型解析及模拟题

杜清珍 朱建堃 编



西北工业大学出版社

2000年1月 西安

(陕) 新登字 009 号

【内容简介】 本书是根据前国家教委制定的高等工科院校非电类专业电子技术课程教学基本要求及硕士研究生入学考试基本要求编写的辅导教材。全书归纳了电子技术的基本概念、原理及分析方法。内容包括：半导体器件，基本放大电路，集成运算放大器及其应用，直流稳压电源、门电路及组合逻辑电路，触发器及时序逻辑电路，模拟量和数字量的转换。各章均由重点与难点、例题精选及习题三部分组成。附录中收集了部分高校本科生结业考试题及研究生入学考试题，并提供了两套模拟试题。书后给出了各章习题及附录的部分答案，以供读者参考。

本书可供报考硕士研究生的读者作为复习参考书，也可作为在校大学本科生的辅导教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术 (电工学 I) 常见题型解析及模拟题/杜清珍, 朱建堃编. —西安: 西北工业大学出版社, 1999. 11

(通向研究生之路系列丛书)

ISBN 7-5612-1144-9

I. 电… II. ①杜…②朱… III. 电子技术-高等学校-解题 IV. TN-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 51556 号

© 2000 西北工业大学出版社出版发行

(邮编: 710072 西安市友谊西路 127 号 电话: 8491147)

全国各地新华书店经销

西安市向阳印刷厂印装

*

开本: 787 毫米×1 092 毫米 1/16 印张: 13.75 字数: 323 千字
2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷
印数: 1—6 000 册 定价: 17.50 元

购买本社出版的图书, 如有缺页、错页的, 本社发行部负责调换。

前 言

本书是根据前国家教委颁布的高等工业学校电子技术（电工学Ⅱ）课程教学基本要求和硕士研究生入学考试要求，由西北工业大学出版社组织编写的《通向研究生之路系列丛书》的分册。为了满足报考相关专业研究生的读者进行系统复习的需要，也为了帮助大学非电专业的本、专科学生和其他学习电子技术课程的读者学好这门课程，顺利通过结业考试，我们针对该课程的特点，结合我们多年从事该课程教学的丰富经验和体会，编写了这本辅导教材，希望能帮助读者在学习理论与提高分析问题、解决问题的能力之间架设一座桥梁。

全书共分7章，包括半导体器件、基本放大电路、集成运算放大器及其应用、直流稳压电源、门电路及组合逻辑电路、触发器与时序逻辑电路和数一模与模一数转换等，涵盖了电子技术（电工学Ⅱ）全课程内容。各章均用简明的叙述，概括内容的重点和难点，以及必须掌握的基本概念和基本分析方法。精选的例题和习题是选自我们多年来收集的部分院校电子技术课程结业考试试卷中的典型题型并加以改编而成，对各种解题方法进行了归纳分析，具有一定的参考价值。书末收集了部分院校近年的结业考试试题和考研试题，还给出了两份模拟试题，各章习题及典型试题均有参考答案可供查阅。

本书由杜清珍和朱建堃合编。其中，杜清珍编写第3，4，6章；朱建堃编写第1，2，5，7章及附录，并对全书进行了统稿工作。

本书在编写中得到王采堂、刘磊、许开君和上海交大电工教研室的支持和帮助，还得到西北工业大学电工教研室许多同志的大力支持，赵训波、兰勇等同志为本书绘制了部分插图。在此一并表示衷心感谢。

由于水平有限，书中不免多有不足之处，请读者提出批评指正。

编 者

1999年10月

通向研究生之路系列丛书编委会

- 顾问** 戴冠中（西北工业大学校长，博士生导师，教授）
- 主任委员** 徐德民（西北工业大学副校长，博士生导师，教授）
- 副主任委员** 孙 朝（陕西省学位委员会办公室主任）
- 王润孝（西北工业大学校长助理，教务处处长，教授）
- 冯博琴（西安交通大学教务处副处长，教授）
- 韦全生（西安电子科技大学教务处副处长，副教授）
- 郑永安（西北工业大学出版社社长，副编审）
- 委员** 史忠科 张畴先 王公望 葛文杰
- 刘 达 支希哲 范世贵 武自芳
- 策划** 王 璐 张近乐

序

● 邱关源*

面向 21 世纪,社会对德才兼备的高素质科技人才的需求更加迫切。通过行之有效的途径和方法培养符合时代要求的优秀人才,是摆在全社会尤其是高等学校、科研院(所)面前一项艰巨而现实的问题。

为了强化素质教育,使大学生学有所长,增强才智,高等教育部门各有关单位对高等学校公共基础课、技术基础课到专业课的整个教学过程做了大量细致的工作。与之相配合,不少出版社也相继出版了指导学生理解、领会教学内容,增强分析、解决问题能力的辅导读物,其中多数是关于外语、数学、政治等公共基础课的,极大地满足了大学生基础课学习阶段相应的要求。但当学习技术基础课时,学生们同样需要合适的参考书来帮助他们掌握课程重点和难点,提高课程学习水平,以及指导解题的思路和技巧,乃至适应研究生入学考试的需求。不过,这类读物目前比较少见。基于此,西北工业大学出版社的同志们深入作者、读者之中,进行调查研究,在广泛听取意见的基础上,组织数十位在重点大学执教多年,具有较高学术造诣的一线教

* 邱关源——西安交通大学教授,博士生导师。曾任第一、二届中国电工技术学会理论电工专业委员会副主任委员,高等教育委员会工科电工课程教学指导委员会委员。

师,经历两年,精心编撰了这套旨在有效指导大学生学习技术基础课,为课程学习、应试考研及以后工作提供帮助的参考书。

该丛书首批推出9种,所有书稿几经修改,并经同行专家审定。内容选材符合课程基本要求,并且重在对基本概念的启发、理解和提高读者分析问题的能力。我热情地向大家推荐这套丛书,希望它能对广大读者的学习有所帮助,更期望它能在强化素质教育、推动教学改革方面起到积极作用。

邱关源

1997年10月

出版 说明

近年来,随着经济建设的快速发展和科教兴国战略的实施,社会对高素质专业人才的需求更加迫切。崇尚知识,攻读学位,不仅是一种知识价值的体现,更是社会进步的标志。“考研热”已成为当今中国社会的一道引人注目的风景线,成为莘莘学子乃至社会关注的焦点和热点。

研究生入学考试是通向研究生之路的基石,考试成绩的高低是能否跨入研究生之门的主要依据。为了配合考生进行有效的复习,不少出版社围绕国家教委颁布的考试大纲,相继推出了众多的考研复习辅导书,其中尤以公共基础课(外语、数学、政治)的应考书最多。

事实上,研究生入学考试不仅包括外语、数学等公共基础课,技术基础课(专业基础课)和专业课也是必考科目。片面强调公共基础课,导致技术基础课及专业课考试失分,是众多报考者最终未能如愿的主要原因,此中技术基础课对考生影响尤甚。作为制约人才培养和成长的课程因素,加强技术基础课的学习,拓宽基础知识,已成为广大学生及教师共同的心声。

为了推动教学改革,弥补技术基础课学时短、内容多,学生难以在课堂内准确理解、全面接受教学内容之不足;更为了满足当今社会对基础扎实、专业面宽、动手能力强的人才的需求,促进大学生学有所长,早日成才,西北工业大学出版社策划和组织编写了通向研究生之路系列丛书。本丛书首批推出9种,所对应的9门课程是:自动控制原理、机械原理、材料力学、理论力学、模拟电子技术、数字电子技术、电工技术、电子技术、微型计算机原理。其余课程的指导书将陆续推出,届时将基本涵盖全国工科院校所开设的技术基础课和拟选定的考研要求科目。

本丛书具有如下特点:

1. 选题新颖,独树一帜

技术基础课历来不像外语、数学、政治等公共基础课一样受到出版者的重视,因而这方面的指导书凤毛麟角,学生很难找到一套系统的、全面的、富有针对性的参考书。该丛书站在新的视角,有计划地推出整套工科技术基础课学习用书,令人耳目一新,为之一振。

2. 紧扣大纲，严把尺度

该丛书紧紧围绕国家教委制定的教学大纲及研究生入学考试大纲，按照提高基础知识与解题技巧的主线，展开论述。丛书既巩固和加深学生对技术基础课重点、难点的理解，又重在为备考研究生提供有力的指导，即既要保证课程学习时开卷有益，又要对复习应考行之有效。

3. 重视能力，提高技巧

该丛书时刻牢记不管是学习还是考试其最终目的都是为了提高学生分析问题、解决问题的能力这一主旨，重在通过阐明基本要点及设定典型例题解析来引导学生识题、解题。丛书中所选例题均是历届课程结业考试及考研中出现过的试题，经精选、精编后，既避免了让学生陷入“茫茫题海”的窘境，又使学生在有限的时间内掌握大纲所规定的基本内容，提高自己的解题潜能，从而在课程考试及研究生考试中立于不败之地。

4. 选材得当，重点突出

参加本套丛书编写的均为从事教学工作多年的资深教师，他们既能把握住课程要求的脉搏，又最了解学生的学习的状况和需求心态，因而在丛书内容的取舍，材料的选编及文字表达方面能更胜一筹。正因为如此，该丛书内容得当，材料全而不滥，精而易懂，注释简明，解析扼要，使学生乐于阅读，易于接受。

本丛书的出版得到了多方面的支持和关心，陕西省学位委员会办公室、西安交通大学、西安电子科技大学、西北工业大学等单位的有关人士为本丛书的出版出谋划策，提出了许多建设性的意见。西安交通大学邱关源教授献身教育事业 50 余年，德高望重，学识渊博，他在百忙中为本丛书写了序，充分肯定了本丛书的价值。在此，我们一并表示衷心的感谢。

“通向研究生之路系列丛书”的出版不论是对大学生的课程学习还是对有关考研人员以及广大自学者来说无疑都是一个福音，我们衷心希望本丛书能帮助广大读者闯关过隘，获得课程考试或研究生入学考试的好成绩，我们也祝愿天下莘莘学子早日如愿以偿，大展鸿图！

丛书编委会

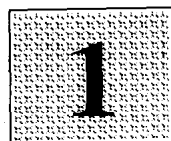
1999 年 1 月

目 录

1 半导体器件	1
1.1 重点与难点	1
1.1.1 半导体及其导电特性	1
1.1.2 PN 结及其单向导电性	2
1.1.3 半导体二极管及其应用	2
1.1.4 稳压管及其应用	5
1.1.5 半导体三极管	5
1.1.6 场效应三极管	7
1.2 例题精选	9
1.3 习题	15
1.3.1 选择与填空	15
1.3.2 分析与计算	17
2 基本放大电路	20
2.1 重点与难点	20
2.1.1 基本放大电路结构	20
2.1.2 放大电路的静态分析	21
2.1.3 放大电路的动态分析	22
2.1.4 几个重要概念	24
2.1.5 放大电路中的负反馈	26
2.1.6 功率放大电路	28
2.1.7 差动放大电路	29
2.1.8 场效应管放大电路分析	32
2.1.9 放大电路性能的实验测定	34
2.2 例题精选	36
2.3 习题	52
2.3.1 选择与填空	52
2.3.2 分析与计算	55

3 集成运算放大器及其应用	61
3.1 重点与难点.....	61
3.1.1 集成运算放大器的基本概念及分析方法.....	61
3.1.2 集成运算放大器的线性应用.....	62
3.1.3 集成运算放大器的非线性应用.....	66
3.2 例题精选.....	68
3.3 习题.....	82
3.3.1 选择与填空.....	82
3.3.2 分析与计算.....	85
4 直流稳压电源	89
4.1 重点与难点.....	89
4.1.1 整流电路.....	89
4.1.2 滤波电路.....	90
4.1.3 稳压电路.....	91
4.1.4 晶闸管和可控整流电路.....	92
4.2 例题精选.....	94
4.3 习题.....	105
4.3.1 选择与填空.....	105
4.3.2 分析与计算.....	107
5 门电路及组合逻辑电路	109
5.1 重点与难点.....	109
5.1.1 几个基本概念.....	109
5.1.2 逻辑代数基本知识.....	110
5.1.3 集成逻辑门电路.....	114
5.1.4 常用组合逻辑电路.....	116
5.2 例题精选.....	118
5.3 习题.....	128
5.3.1 选择与填空.....	128
5.3.2 分析与设计.....	129
6 触发器与时序逻辑电路	133
6.1 重点与难点.....	133
6.1.1 触发器.....	133
6.1.2 时序逻辑电路.....	136
6.1.3 555 集成定时器及其应用.....	142
6.2 例题精选.....	143

6.3 习题	155
6.3.1 选择与填空	155
6.3.2 分析与计算	157
7 模拟量和数字量的转换	161
7.1 重点与难点	161
7.1.1 数—模转换器	161
7.1.2 模—数转换器	163
7.2 例题精选	165
7.3 习题	168
附录	170
1. 1999 年西北工业大学硕士研究生入学考试电工技术与电子技术试题（电子技术部分）	170
2. 1999 年西安交通大学电子技术（电工学Ⅱ）结业考试试题	171
3. 1999 年西北工业大学电子技术（电工学Ⅱ）期末考试试题	175
4. 1998 年西安交通大学电工学（少学时类）结业考试试题	180
5. 1997 年上海交通大学电工及电子技术（计算机专业）结业考试试题	183
6. 硕士研究生入学考试电工技术与电子技术模拟试题（电子技术部分）	190
7. 电子技术（电工学Ⅱ）结业考试模拟题	191
各章习题与附录参考答案	197
习题答案	197
附录答案	201
参考文献	207



半导体器件

1.1 重点与难点

重点：弄清半导体及其基本器件(二极管、三极管及稳压管等)的导电原理、基本特性及应用方法。

难点：载流子运动规律与器件外部特性的关系。只须了解，不必深究。

1.1.1 半导体及其导电特性

1. 半导体

半导体是指导电能力介于导体和绝缘体之间的一类物质，如四价元素硅、锗、硒和大多数金属氧化物、硫化物等。在外界温度升高、光照或掺入适量杂质时，其导电能力大大增强。

2. 本征半导体

纯净四价元素以共价键形式构成结晶结构，称为晶体。本征半导体就是完全纯净的具有晶体结构的半导体。

环境温度升高或光照时产生本征激发，形成自由电子和空穴。电子带负电，空穴带正电，在外电场作用下均能移动而导电，称为载流子。本征激发产生的自由电子和空穴成对出现，数量取决于环境温度高低。

3. 杂质半导体 —— P 型半导体和 N 型半导体

(1) P 型：在纯净半导体材料中掺入适量三价元素，形成空穴型(P 型)半导体。其导电能力大大高于本征半导体。在此类型中，空穴是多数载流子(简称“多子”)，自由电子是少数载流子(简称“少子”)。

(2) N 型：在纯净半导体材料中掺入适量五价元素，形成电子型(N 型)半导体。自由电子是“多子”，空穴为“少子”。

在两种半导体中多子是主要导电媒介，数量取决于杂质含量；少子是本征激发产生，数量取决于环境温度。两种杂质半导体中虽有数量不同的两种载流子，但整体上电量平衡，对外不显电性(即不带电)。

1.1.2 PN 结及其单向导电性

1. PN 结

用一定工艺方法将两种杂质半导体结合在一起,如图 1.1 所示,在界面上由于载流子浓度差异而产生扩散现象,扩散的载流子在边界两侧复合而成带电的正、负离子,在界面两侧形成空间电荷区,称为 PN 结。

空间电荷区的特性:

(1) 区内正、负离子带电而不能移动,区内载流子因复合而数量很少,因此电阻率很高,故称为耗尽层。

(2) 正、负离子形成的内电场 $E_{\text{内}}$ 阻止多数载流子继续扩散,故又称阻挡层。

(3) 内电场对少数载流子有吸引作用,形成少子的逆向运动称为漂移。

(4) 当扩散运动与漂移运动达到动态平衡时,两侧间没有电流,空间电荷区厚度一定。

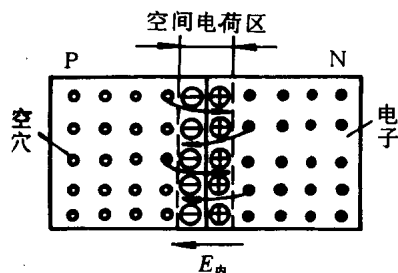


图 1.1

2. 单向导电性

(1) 正向: P 区接电源正极, N 区接电源负极,如图 1.2(a) 所示。外电场削弱了内电场,扩散运动加强,扩散运动大于漂移运动,形成正向电流 I_{F} 。阻挡层减薄,结电压很低,正向电阻很小,电流 I_{F} 受负载电阻 R_{L} 控制,称为正向导通。

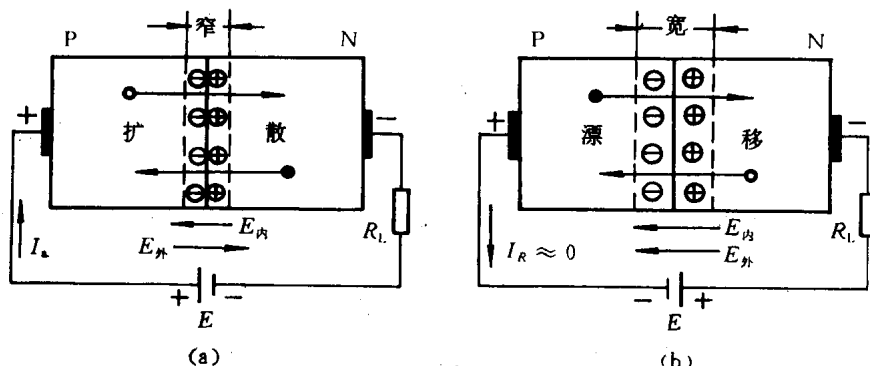


图 1.2

(2) 反向: 电源接法如图 1.2(b) 所示。外电场加强了内电场,漂移运动增强,漂移运动大于扩散运动,形成反向电流 I_{R} 。阻挡层加厚,反向电阻很大,结电压 $\approx$ 电源电压。又因 I_{R} 很小,即 $I_{\text{R}} \approx 0$ (可忽略不计,但 I_{R} 受温度影响很大) 称为反向截止。

1.1.3 半导体二极管及其应用

1. 基本结构、符号、特性及参数

二极管的结构有点接触式和面接触式。P 区引出阳极(+), N 区引出阴极(-), 符号与特性如图 1.3 所示。死区电压 $U_{\text{s}} = 0.5 \text{ V}$ (硅管) 或 0.2 V (锗管)。正向管压降 $U_{\text{F}} = 0.7 \text{ V} \sim 1.0 \text{ V}$ (硅管) 或 $0.2 \text{ V} \sim 0.3 \text{ V}$ (锗管)。反向电流 I_{R} 基本不变, 又称为反向饱和电流。反向击穿电压 U_{B} , 外加反向电压超过此值则发生击穿而损坏, 失去单向导电性。

使用参数: 最大整流平均电流 I_{OM} , 指长期工作允许的最大正向平均电流。

反向工作最高峰值电压 $U_{RWM} = \left(\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3} \right) U_B$ 。

反向峰值电流 I_{RM} ，指在 U_{RWM} 作用下的反向电流，受温度影响大，温度 $t \uparrow \rightarrow I_R \uparrow$ ，单向导电性差。

2. 应用

根据二极管的单向导电性和伏安特性，可得二极管的电路模型如图 1.4 所示。其中，图 1.4(a) 所示为精确模型：正向由死区电压 U_s 、动态电阻 r_d 及极间电容 C_0 组成，反向由反向饱和电流 I_R 及极间电容 C_0 组成，适用于高频电路分析；

图 1.4(b) 所示为考虑管压降的简化模型：正向恒压源为管压降 U_s ，反向忽略了反向电流即开路；

图 1.4(c) 所示为近似模型：忽略管压降 U_s 及反向电流 I_R ，且动态电阻 $r_d \approx 0$ 。后二种电路模型是一般分析的基础。

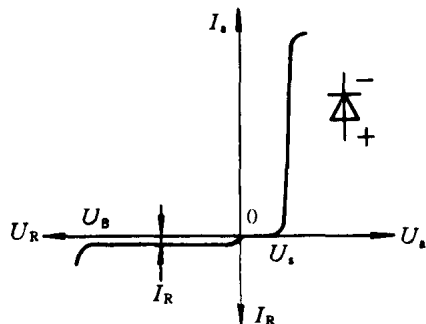


图 1.3

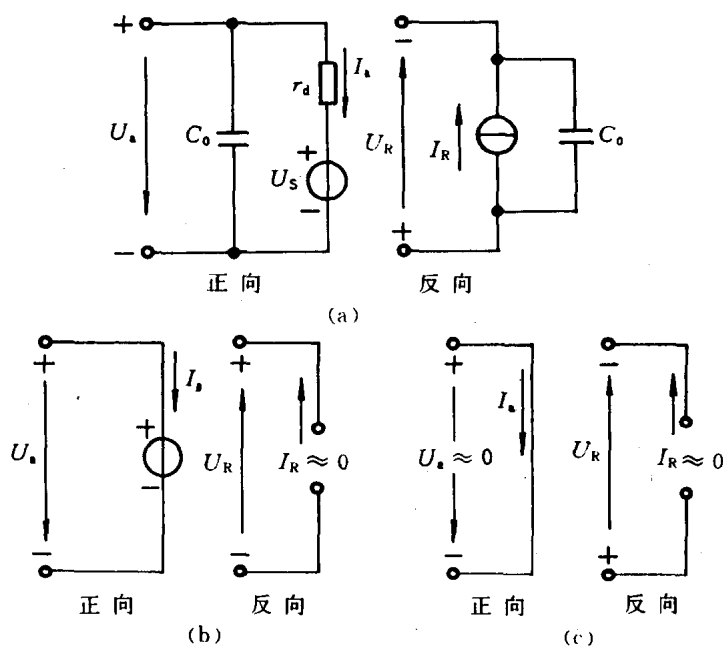


图 1.4

二极管应用很广，常用有如下几例：

(1) 整流：将交流电变成单方向脉动的“直流电”，如图 1.5 所示。在第 4 章中将详细分析。

(2) 检波：电路与图 1.5 所示相同，但输入电压是幅值按低频信号规律变化的高频交流电，称为调制波，而输出为该调制波的单向脉动信号，若从中滤去高频部分则可得低频信号。这是无线电接收设备中不可缺少的电路（非本课程研究范围）。

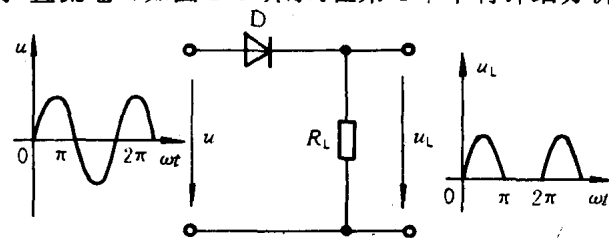


图 1.5

(3) 限幅电路：电路如图 1.6 所示。输

入电压 u_i 为正弦波, 输出电压 u_o 。正半周被限幅为 E , 称为正向限幅。分析依据是二极管单向导电性: 当正半周 $u_i > E$ 时二极管获得正向电压导通, 忽略二极管压降, 输出 $u_o = E$; 当 $u_i < E$ 及负半周时, 二极管加反向电压而截止, 电路无电流, R 上无压降, $u_o = u_i$ 。由此得 u_o 波形如图 1.6 所示。限幅电路形式多样, 不一一列举。

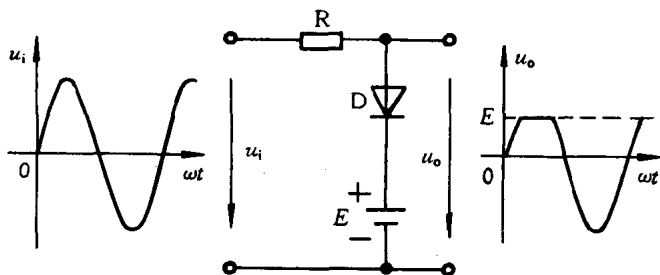


图 1.6

(4) 峰值采样电路: 电路如图 1.7 所示。输入电压 u_i 是任意变化规律, 由电容器 C 上输出电压 u_o 为 u_i 的最大值。当 $u_i < u_o$ 时二极管截止, 电容器不能放电而保持恒值。

(5) 钳位电路: 电路如图 1.8 所示。输入为方波 u_i , 平均值为 0, 输出 u_o 为反向矩形脉冲, 平均值为 $-U_m$, 波形位置下移一个 U_m 值。当 u_i 正半周时, 二极管导通, 电容器 C 充电到 U_m ; 当 u_i 负半周时, 二极管截止, 其两端电压 $u_o = -u_c + u_i = -2U_m$ 。

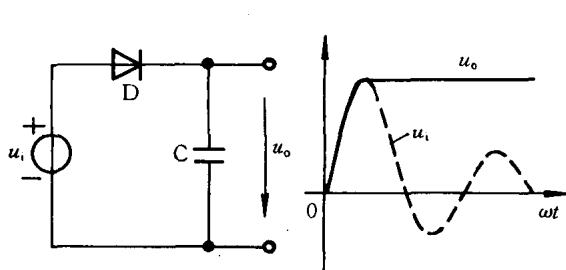


图 1.7

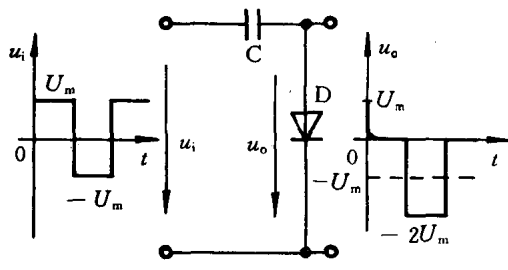


图 1.8

(6) 续流电路: 在图 1.9 所示电路中, 当开关 S 断开时, 电感 L 中储存的磁场能量将维持电流 I 不变, 从而产生自感电势 $e_L(0_+)$ 与电源电压 U_s 一起加在开关 S 上, 将开关击穿而产生电弧, 不能正常工作甚至损坏。为此在 L 上并联二极管 D , 给电流 I 提供通路, 释放 L 中的磁场能量。当开关闭合时, 二极管反向偏置而截止, 不影响电路工作。此二极管称为续流二极管。

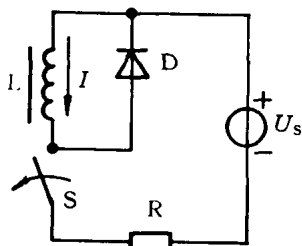


图 1.9

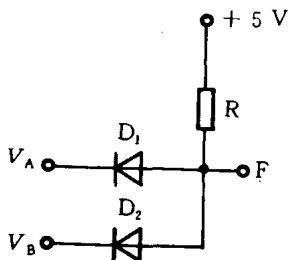


图 1.10

(7) 隔离电路: 在图 1.10 所示电路中, $V_A = +3\text{ V}$, $V_B = 0\text{ V}$ 。当二极管 D_2 导通时, $V_F \approx$

0 V, 所以 D_1 将截止, 从而将 V_A 与 F 点隔离, 不影响 F 点的工作。 D_1 称为隔离二极管, 常用于数字电路中。

1.1.4 稳压管及其应用

1. 稳压管

特性及符号如图 1.11 所示。它是特殊的面接触型二极管, 正向为二极管, 反向为稳压管。反向击穿后管子电压 U_Z 几乎不随电流变化而变化, 故可起稳定电压的作用。

主要参数: 稳定电压 U_Z 、稳定电流 I_Z 、最大稳定电流 I_{Zmax} 或最大允许耗散功率 $P_{ZM} = U_Z I_{Zmax}$ 、动态电阻 $r_z = \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z}$ (图 1.11)、电压温度系数 α_V 等等。

2. 应用

(1) 简单稳压电路: 电路如图 1.12 所示。输入电压 u_i 是脉动直流电, 输出电压 u_o 是几乎恒定的电压 U_Z , R 是限流电阻, R_L 是负载电阻。当输入电压 u_i 变化或负载电阻 R_L 变化时, 稳压管 D_Z 中的电流迅速变化, 从而通过限流电阻 R 上压降的变化来保持输出电压 $u_o = U_Z$ 恒定。调节过程请读者自行分析。

(2) 削波电路: 电路与图 1.12 所示电路相同。输入电压 u_i 和输出电压 u_o 如图 1.13 所示。 u_o 的波顶被削去, 获得梯形波, 故称削波电路。

稳压管还可构成双向或单向限幅电路、比较基准电路等等, 不一一叙述。

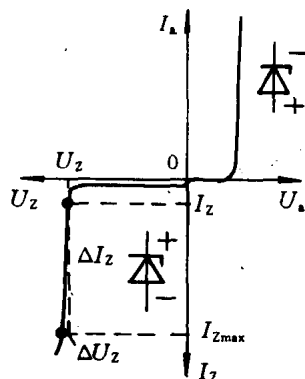


图 1.11

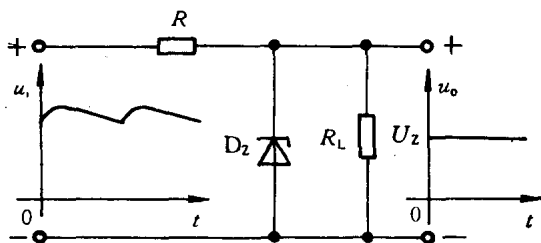


图 1.12

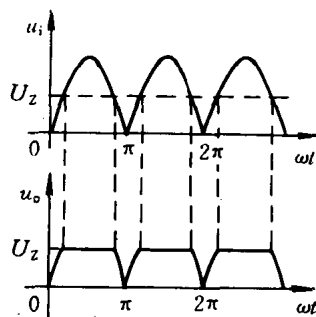


图 1.13

1.1.5 半导体三极管

1. 结构与基本原理

三极管结构有 PNP 和 NPN 两种形式。根据实现电流放大的要求, 电源接法应保证: 发射结为正向偏置, 集电结为反向偏置。据此两种三极管共射极接法电路如图 1.14 所示。

由于三极管的特殊结构特点: ① 发射区面积小, 掺杂浓度高; ② 基区极薄, 掺杂浓度很低; ③ 集电区面积大, 掺杂浓度比发射区要低, 比基区要高。由此三个特点决定了三极管中基极电流远小于发射极电流和集电极电流。只要发射结电压 U_{BE} 有微小变化, 使基极电流 I_B 微小