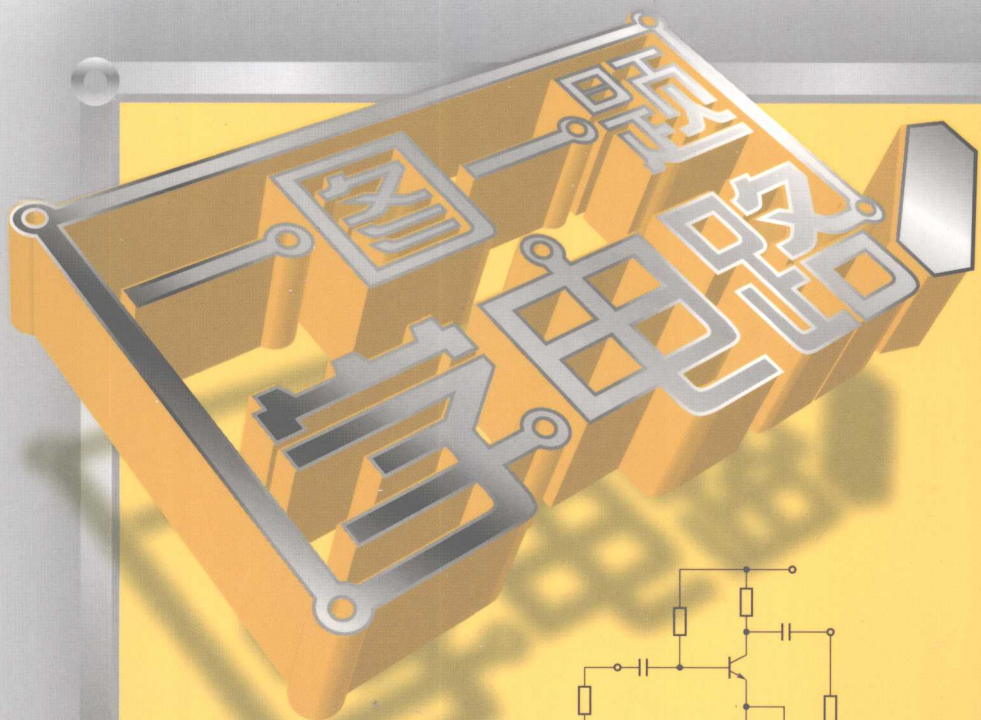
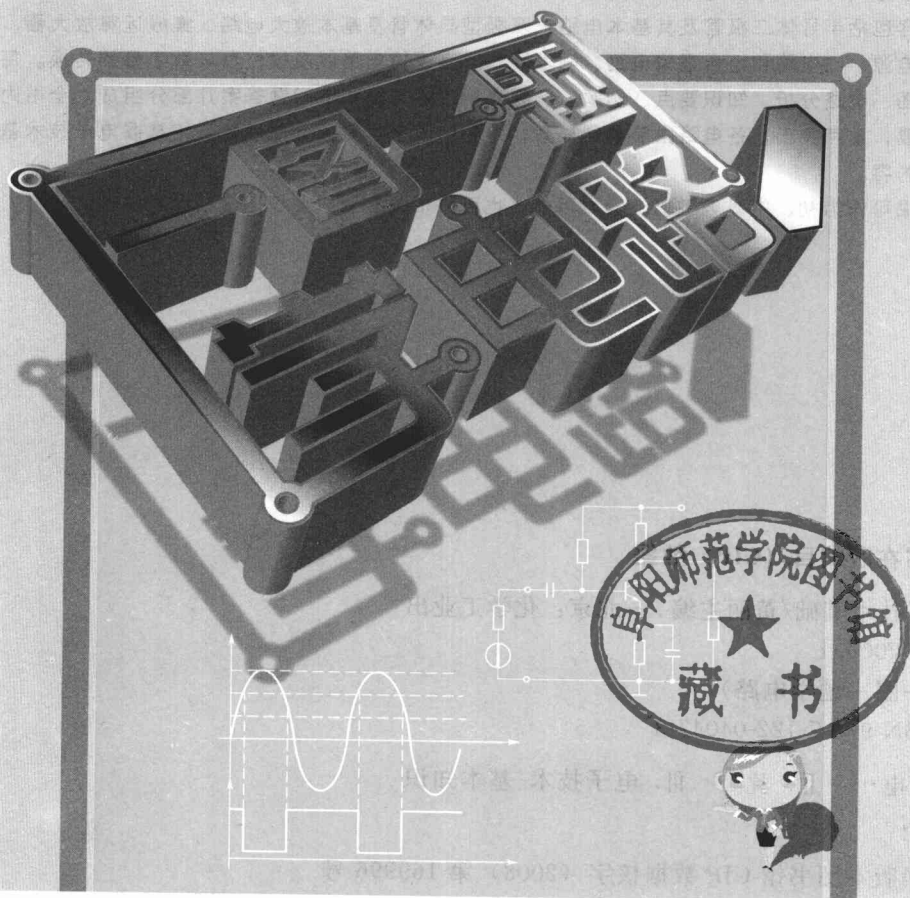


电子技术基础

黄丽 主编 杜天艳 谭斐 副主编



化学工业出版社



电子技术基础

黄丽 主编 杜天艳 谭斐 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是《一图一题学电路》系列图书中的一册,分别介绍了模拟电子技术和数字电子技术。主要内容包括半导体二极管及其基本电路、双极型晶体管及基本放大电路、集成运算放大器、直流稳压电源、门电路和组合逻辑电路、触发器与时序逻辑电路以及模拟量与数字量的转换。每章由电路图、电路分析、知识要点、例题、例题分析、练习题和练习题答案几部分组成。全书内容简明扼要,重点突出,各电路由简单到复杂,力求使读者学完该分册后能熟练掌握电子技术基础的相关内容。

本书可作为初、中级电工培训学习用书,也可供相关专业职业技术学校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础/黄丽主编. —北京:化学工业出版社, 2009.1

(一图一题学电路)

ISBN 978-7-122-04047-3

I. 电… II. 黄… III. 电子技术-基本知识
IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 169996 号

责任编辑:李玉晖 宋 薇
责任校对:顾淑云

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京云浩印刷有限责任公司

装 订:三河市前程装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张12½ 字数243千字 2009年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

《一图一题学电路》

系列图书编委会名单



编委会主任：刘会霞

编委会副主任：赵德安 周建中 李金伴 陆一心

编委会委员：张建生 王善斌 周新云 丁继斌

谭延良 尤德同 宋昌才 盛占石

张应龙 袁晓明 黄 丽 朱 丽

王富良



序

随着科学技术的迅猛发展,不同学科之间相互渗透、交叉融合,不断衍生新的研究领域。作为一种重要的技术手段,电工电子技术的发展日新月异。尤其是以计算机、信息技术为代表的高新技术的发展,使电工电子技术的内涵和外延发生了革命性的变化,正在迅速改变着设计制造业的面貌。传统的设计制造技术也不断吸收信息、材料、能源及管理等领域现代成果,综合应用于电工电子产品的设计、制造、检测、生产管理和售后服务。21世纪电气设备发展的总趋势是:强弱电技术的融合更为密切;多学科、多专业的交叉更为深入;我国电气产品与国际接轨的步伐将迈得更大,国内外的技术交流也将更为广泛。

当今世界,科学技术发展迅速,知识经济发展显现端倪,综合国力的竞争日趋激烈。国力的竞争,归根结底是科技与人才的竞争。为了适应社会对技术技能人才的需求,配合江苏大学的国家级综合性工程训练示范中心、江苏省实验教学示范中心、农业电气化与自动化国家重点学科,以及机械设计制造及其自动化国家级特色专业建设点建设的需要,江苏大学工业中心、电气信息工程学院和化学工业出版社组织编写了《一图一题学电路》、《电工技能训练丛书》两套系列图书,以期满足广大电气工作者和爱好的迫切需要。

这两套系列图书从系统的观点出发,分别定位于电工电子的知识基础和技能操作。《一图一题学电路》包括《电工基础》、《电工测量》、《传感器》、《变压器》、《电动机》、《电子技术基础》、《电力电子》、《电力拖动自动控制》8个分册。《电工技能训练丛书》包括《电工基本操作》、《电工测量》、《电工工具和仪器仪表》、《变压器检修》、《电动机检修》、《电子线路安装与调试》、《常用机床电气线路检修》7个分册。

《一图一题学电路》系列图书介绍了电工电子的基础知识和工程应用,把各相关技术内容分为若干个单元,每个单元由若干知识点组成,每个知识点的展开分为电路图、电路分析、知识要点、例题、例题分析、练习题、练习题答案等7个模块。这套书的特点是:

模块化——采用单元式的结构,把相关知识划分成若干模块,将基础知识融合到了各个模块中。

应用性——基本理论与实用性并重,通过工程实例来分析、说明基本概念与基本理



论，以及基本概念和理论如何具体在实践中的应用。

这两套系列图书编写时从实用出发，力求理论与实际相结合，突出新颖性，介绍电气设备的结构、工作原理、技术参数、适用场合、技术操作要点、运行与维护经验等。注重理论联系实际，融入应用实例，突出技能和技巧。本着求精避繁的原则，对电气设备的基础理论、材料、器件、应用电路、安装、调试、运行与维修等适用面广、使用频率高和实用性强的技术内容作了详细的阐述。同时，还从实际出发，反映了电工电子、电力电子、计算机、自动控制、传感器、机电一体化相互交叉、纵横结合的发展趋势。

这两套系列图书的编写反映了编者参与高等教育改革的一些研究成果。高等教育是科技发展的基础，是高级专门人才培养的摇篮。我国高等教育在振兴中华、科教兴国的伟大事业中担负着极其艰巨的任务。为了适应我国发展和建设的需要，1993年党中央、国务院颁布《中国教育改革和发展纲要》以后，原国家教委全面启动和实施《高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划》，有组织、有计划地在全国推进教学改革工程。其主要内容是：改革教育体制、教育思想和教育观念；拓宽专业口径，调整专业目录，强调创新精神、实践能力和工程师素质的培养，制定新的人才培养方案；改革课程体系、教学内容、教学方法、教学手段和工程训练；实现课程结构和教学内容的整合与优化。编写、出版这两套系列图书是在以上教育理论与教育思想的指导下，将教学改革思想和教学改革成果融入其中，根据人才培养计划中对学生知识、工程训练和实践能力的要求编写，及时反映了新设备、新技术、新工艺的推广应用。系列图书的编写符合教学改革的精神，遵循了教学规律和人才培养规律，具有明显的特色。希望能够得到读者的关注和指正。

《一图一题学电路》系列图书编委会

2008年3月



前 言

“电子技术基础”是自控类、机电类、计算机类及其他许多机电和非电类专业的技术基础课，该课程的特点是概念原理多、知识点多、器件种类繁多、电路形式多种多样、分析方法灵活多变，故而许多初学者会感到课程难学、难懂、难用，针对以上课程特点，编者力图由浅入深、从一个基本电路出发，介绍若干知识点，使读者能够通过学习电路掌握知识要点，循序渐进，进而达到够熟练应用的目的。

各单元内容由以下部分组成。

(1) 电路图、电路分析和知识要点：将各章各单元内容以各类电路形式表现出来，在电路分析过程中介绍该类电路的分析思路，最后归纳总结为若干知识要点，以利于读者更快地掌握所学内容。

(2) 例题和例题分析：在前述电路基础上由浅入深列举各种电路，并给以详细的分析，使读者能在掌握各章各单元主要内容的基础上灵活应用各种分析方法，解决分析各种相关电路。

(3) 练习题和练习题答案：该部分内容便于读者自我检测相关知识点是否已经掌握，并起到举一反三的作用。

本书的第1章～第5章由黄丽、谭斐、王兆华、盛碧琦编写，第6章、第7章由杜天艳、王海韬编写。本书由黄丽主编并负责全书统稿。全书由谭延良副教授主审，谭延良副教授对书稿进行了仔细的审阅，提出了许多宝贵的修改意见，在此表示衷心地感谢。

由于作者水平和能力有限，书中若有不妥或错误之处，敬请读者批评指正。

编者

2008年10月于江苏大学



目 录

第 1 章 半导体二极管及其基本电路

1

- 单元 1 半导体二极管的单向导电特性 2
- 单元 2 稳压二极管电路分析 13

第 2 章 双极型晶体管及基本放大电路

17

- 单元 3 双极型晶体三极管 18
- 单元 4 放大电路基础 24
- 单元 5 共发射极放大电路 34
- 单元 6 射极输出器 46
- 单元 7 场效应管放大电路 51
- 单元 8 多级放大电路 54
- 单元 9 差动放大电路 61
- 单元 10 功率放大电路 66

第 3 章 集成运算放大器

69

- 单元 11 负反馈放大电路 70
- 单元 12 运算电路 77
- 单元 13 信号处理电路 88
- 单元 14 波形发生电路 94

第 4 章 直流稳压电源

97

- 单元 15 整流电路 98
- 单元 16 滤波电路 104
- 单元 17 稳压电路 109



第 5 章 门电路和组合逻辑电路

115

单元 18	数制转换	116
单元 19	逻辑门电路	120
单元 20	逻辑函数的表示和化简	126
单元 21	组合逻辑电路的分析	131
单元 22	组合逻辑电路的综合	136
单元 23	集成组合逻辑电路应用	141

第 6 章 触发器与时序逻辑电路

147

单元 24	双稳态触发器	148
单元 25	寄存器	158
单元 26	计数器	164
单元 27	555 定时器及其应用	172

第 7 章 模拟量与数字量的转换

181

单元 28	D/A 转换器	182
单元 29	A/D 转换器	185

参考文献

188



第 1 章 半导体二极管及其基本电路

- 单元 1 半导体二极管的单向导电特性
- 单元 2 稳压二极管电路分析

单元 1

半导体二极管的单向导电特性



电路图

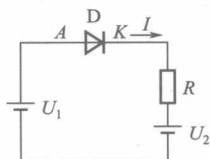


图 1.1

如图 1.1 所示, $U_1=12\text{V}$ 、 $U_2=4\text{V}$ 、 $R=4\text{k}\Omega$ 。试确定二极管是导通还是截止, 并计算电流 I (二极管视为理想二极管)。

电路分析



首先判断二极管能否导通, 判断的方法是把二极管 D 断开, 如图 1.2(a) 所示。若阳极一侧 A 点的电位 V_A 高于阴极 K 点的电位 V_K , 则二极管接入后承受正向偏置电压而导通。反之, 二极管接入后承受反向偏置电压而截止。现电路以 U_1 、 U_2 公共点 (负极) 为电位参考点, 则因 $U_1 > U_2$, 使 $V_A > V_K$, 故二极管 D 导通。由于是理想二极管, 则相当于阳、阴极间短路, 可等效为开关闭合, 如图 1.2(b) 所示。则电流为

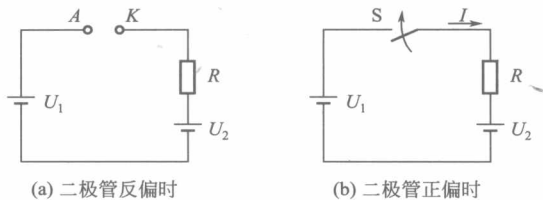


图 1.2

$$I \approx \frac{U_1 - U_2}{R} = \frac{12 - 4}{4 \times 10^3} = 0.002 \text{ A} = 2 \text{ mA}$$



知识要点

(1) 二极管导通条件：二极管承受正偏电压，即二极管阳极电位高于阴极电位 $V_A > V_K$ 。

(2) 理想二极管的特点：导通后二极管相当于短路。



电路图

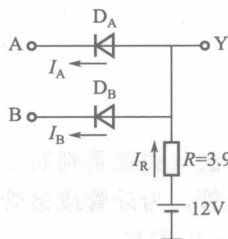


图 1.3

如图 1.3 所示， D_A 和 D_B 均为理想二极管，分别计算以下三种情况下 Y 点的电位 V_Y 及流过 D_A 、 D_B 和 R 的电流 I_A 、 I_B 和 I_R 。

(1) $V_A = V_B = 0 \text{ V}$ 。

(2) $V_A = +3 \text{ V}$ 、 $V_B = 0 \text{ V}$ 。

(3) $V_A = V_B = +3 \text{ V}$ 。

电路分析



(1) $V_A = V_B = 0 \text{ V}$ 时， $+12 \text{ V}$ 直流电源使 D_A 和 D_B 均承受正偏电压而导通，相当于短路。从而使 Y 点的电位 $V_Y \approx 0 \text{ V}$ 。流过电阻 R 的电流为

$$I_R = \frac{12}{3.9 \times 10^3} \text{ A} = 3.08 \text{ mA}$$

D_A 、 D_B 所在的支路是完全相同的两条支路，对 I_R 分流，即

$$I_A = I_B = \frac{1}{2} \times 3.08 = 1.54 \text{ mA}$$

(2) $V_A = +3V$ 、 $V_B = 0V$ 时, D_B 承受正偏电压高, 故优先导通, D_B 相当于短路, 使 Y 点的电位 $V_Y \approx 0V$ 。从而使 D_A 处于反偏电压作用下而截止, D_A 相当于断开, 故

$$I_A = 0$$

$$I_B = I_R = \frac{12}{3.9 \times 10^3} A = 3.08 mA$$

(3) $V_A = V_B = +3V$ 时, D_A 和 D_B 均承受正偏电压而导通, 使 Y 点的电位 $V_Y = 3V$, 故

$$I_R = \frac{12-3}{3.9 \times 10^3} A = 2.31 mA$$

$$I_A = I_B = \frac{1}{2} \times 2.31 = 1.16 mA$$



知识要点

(1) 二极管钳位电路的分析方法 (关键是判断二极管所处的状态)。

(2) 若二极管不视为理想二极管, 为硅管或锗管, 则导通后要考虑管压降, 硅管为 $(0.6 \sim 0.8)V$, 锗管为 $(0.2 \sim 0.3)V$ 。



例题

在图 1.4 所示电路中, 试分析当输入 A 、 B 的电位分别为 $V_A = V_B = 0V$; $V_A = 3V$, $V_B = 0V$ 时, 输出端 F 的电位 V_F 各为多少?

解: (1) 当 $V_A = V_B = 0V$ 时, D_1 、 D_2 两管的阳极电位均为 $0V$, 阴极均是通过电阻 R 接到 $-12V$ 的电源上, 所以两管的正向压降相等, 同时导通, 则 $V_F = 0V$ 。

(2) 当 $V_A = 3V$, $V_B = 0V$ 时, 虽然 D_1 、 D_2 两管的阴极均是通过电阻 R 接到 $-12V$ 的电源上, 而 D_1 管的阳极电位比 D_2 管的阳极电位高, 所以 D_1 管优先导通, 则 $V_F = 0V$, 反过来, 由于 $V_F = 0V$, 使得 D_2 管截止, 从而保证 $V_F = 0V$ 。

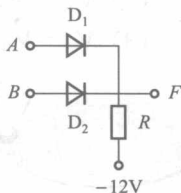


图 1.4



例题分析

二极管的钳位作用。

练习题

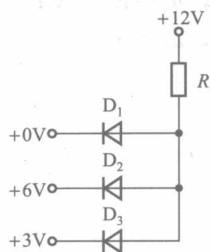


图 1.5

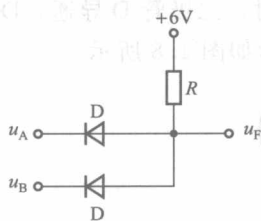


图 1.6

(1) 在图 1.5 电路中, 所有二极管均为理想元件, 则 D_1 、 D_2 、 D_3 的工作状态为 ()。

A. D_1 导通, D_2 、 D_3 截止

B. D_1 、 D_2 截止, D_3 导通

C. D_1 、 D_3 截止, D_2 导通

(2) 在图 1.6 电路中, 二极管为理想元件, $u_A = 3V$, $u_B = 2\sin\omega t V$, $R = 4k\Omega$, 则 u_F 等于 ()。

A. 3V

B. $2\sin\omega t V$

C. $(3 + 2\sin\omega t) V$

练习题
答案

(1) A (2) B

电路图

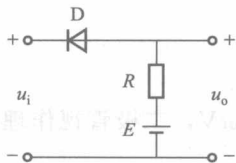


图 1.7

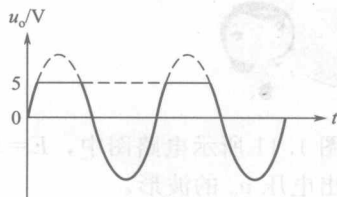


图 1.8

在图 1.7 所示电路图中, $E = 5V$, $u_i = 10\sin\omega t V$, 二极管视作理想二极管, 试画出输出电压 u_o 的波形。

电路分析



当 $u_i > 5\text{V}$ 时, 二极管 D 截止, D 相当于开路, $u_o = E = 5\text{V}$;

当 $u_i \leq 5\text{V}$ 时, 二极管 D 导通, D 相当于短路, $u_o = u_i$ 。

则 u_o 的波形如图 1.8 所示。

例题



在图 1.9 所示的电路图中, $E = 5\text{V}$, $u_i = 10\sin\omega t\text{V}$, 二极管视作理想二极管, 试画出输出电压 u_o 的波形。

解: 当 $u_i \geq 5\text{V}$ 时, 二极管 D 截止, D 相当于开路, $u_o = u_i$;

当 $u_i < 5\text{V}$ 时, 二极管 D 导通, D 相当于短路, $u_o = E = 5\text{V}$ 。

则 u_o 的波形如图 1.10 所示。

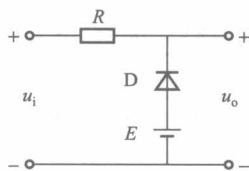


图 1.9

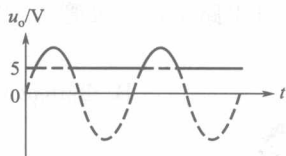


图 1.10

例题分析



二极管的限幅作用。

练习题



在图 1.11 所示电路图中, $E = 5\text{V}$, $u_i = 10\sin\omega t\text{V}$, 二极管视作理想二极管, 试画出输出电压 u_o 的波形。

练习题
答案



当 $u_i \geq 5\text{V}$ 时, 二极管 D 导通, D 相当于短路, $u_o = u_i$;

当 $u_i < 5\text{V}$ 时, 二极管 D 截止, D 相当于开路, $u_o = E = 5\text{V}$ 。

则 u_o 的波形如图 1.10 所示。

练习题

电路如图 1.12 所示, 已知输入 $u_i = 5\sin\omega t\text{V}$, 二极管为硅管。试画出输出 u_o 的波形。

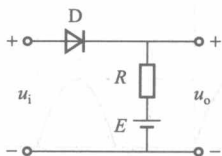


图 1.11

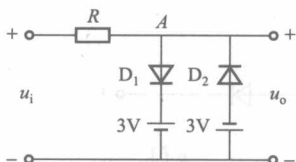


图 1.12

练习题答案

当 $u_i > 3.7\text{V}$ 时, 二极管 D_1 导通, A 点电位被钳制在 $U_{D1} + U_{Z1} = 0.7 + 3 = 3.7\text{V}$, D_2 处于反偏被截止, 此时输出电压为: $u_o = u_A = 3.7\text{V}$;

当 $-3.7\text{V} \leq u_i \leq 3.7\text{V}$ 时, 二极管 D_1 、 D_2 均截止, 此时输出电压为: $u_o = u_i$;

当 $u_i < -3.7\text{V}$ 时, 二极管 D_2 导通, A 点电位被钳制在 $-(0.7 + 3)\text{V} = -3.7\text{V}$, 使二极管 D_1 处于反偏被截止, 此时输出电压为: $u_o = u_A = -3.7\text{V}$ 。

由以上分析可画出电压的波形如图 1.13 所示。

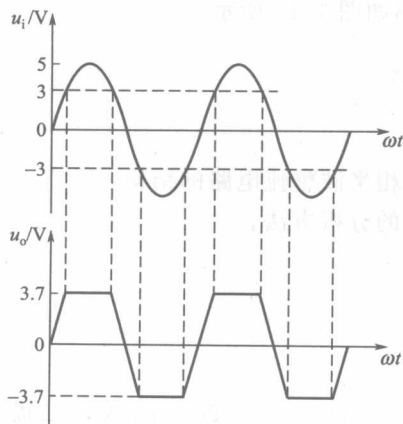


图 1.13



电路图

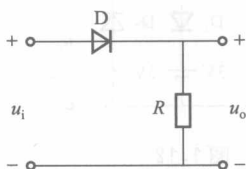


图 1.14

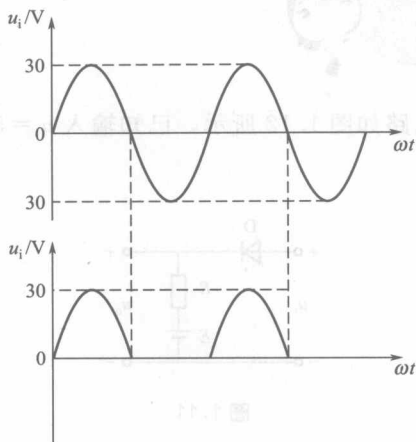


图 1.15

在图 1.14 所示电路中, 已知 $u_i = 30\sin\omega t \text{ V}$, 二极管 D 的正向压降可忽略不计, 试画出输出电压 u_o 的波形。

电路分析



当 $u_i > 0 \text{ V}$ 时, 二极管 D 导通, $u_o = u_i$;

当 $u_i \leq 0 \text{ V}$ 时, 二极管 D 截止, $u_o = 0 \text{ V}$ 。

则输出电压 u_o 的波形如图 1.15 所示。



知识要点

- (1) 二极管构成的单相半波整流电路的结构。
- (2) 二极管整流电路的分析方法。

例题



在图 1.16(a) 电路中, 已知 $u_1 = 200\sin\omega t \text{ V}$, 二极管为硅管, 试画出 u_o 的波形。