

工科课程提高与应试丛书

- 涵盖课程重点及难点
- 精设典型题详解及评注
- 选配课程考试模拟及全真试卷

史仪凯 主编

电子技术

(电工学Ⅱ)

典型题解析及自测试题



西北工业大学出版社

工科课程提高与应试丛书

电子技术(电工学Ⅱ) 典型题解析及自测试题

主 编 史仪凯

编著者 史仪凯 刘 雁 刘清珍
张 昊 王朝林

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是根据国家教育部(前国家教委)1995年修订的《高等工业学校电子技术(电工学Ⅰ)课程教学基本要求》编写的学习指导书,主要内容是从现行的教科书中精选出来的。本书每章按内容提要、典型题解析和习题3个模块编写,书末附有自测试题及其答案,旨在帮助学生熟练掌握电子技术课程的基本理论知识、重点、难点和解题的方法与技巧。

本书可作为高等院校非电类专业本、专科学生学习电子技术课程的复习辅导书,也可作为报考硕士研究生者的复习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术(电工学Ⅱ)典型题解析及自测试题/史仪凯主编.

—西安:西北工业大学出版社,2001.3

ISBN 7-5612-1290-9

I. 电... II. 史... III. 电工技术-高等学校-教学参考资料
IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 52124 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072 电话:029-8493844

网 址: <http://www.nwpu.com>

印刷者:西安市向阳印刷厂

开 本:850 mm×1 168 mm 1/32

印 张:9.625

字 数:243 千字

版 次:2001 年 3 月 第 1 版 2001 年 3 月 第 1 次印刷

印 数:1~8 000 册

定 价:13.00 元

前 言

本书是根据国家教育部(前国家教育委员会)1995年颁发的《高等工业学校电子技术(电工学Ⅱ)课程教学基本要求》及编者长期教学研究和教学改革的实践经验编写的辅导教材。目的是帮助非电类专业本、专科学生学好电子技术课程,运用课程的基本理论分析解决问题,培养学生的科学素质和创新能力。

本书内容除覆盖全部教学要求外,还充分考虑了电子技术面向21世纪教学内容和课程体系改革的新成果。全书共10章,每章分内容提要、典型题解析和习题3个模块。内容提要是属于课程要求理解和掌握的内容,编著者根据自己的教学经验,指出了学习过程中易忽视和出现的部分错误,以帮助学生更好理解掌握基本理论、知识和技能。典型题解析是按章选择具有代表性的典型题目,在“题”与“解”之间给出了题目“分析”,指出解题的依据、方法和步骤,“解”后又给出了题目的“评注”,主要强调该题目需注意的问题,以帮助学生学会用科学的思想方法分析实际问题;习题中有选择判断、分析计算,力求使学生接触到不同风格、类型的题目,以帮助学生理解、掌握课程基本理论知识,顺利完成课程学习和拓宽知识面。书后给出了4套自测试题,供学生学完本课程后,进行自我检测学习效果。

全书由史仪凯主编并统稿。其中第一、二、七、八章由史仪凯编写,第三、六、十章和自测试题由刘雁编写,第四、五、九章由刘清珍编写。张昊和王朝林检查、验算了部分题解,并绘出了全部插图。感谢秦曾煌教授、唐介教授、刘全忠教授、陈麟章教授、张家喜教授等为本书提供了宝贵资料,感谢西北工业大学电工教研室同志给予

的支持和帮助。

限于编著者的水平,本书中不妥和错误之处在所难免,恳请读者不吝赐教。

编著者

2000 年 12 月于西北工业大学

目 录

第一部分 典型题解析

第一章 半导体二极管与简单应用	1
一、内容提要	1
二、典型题解析	3
三、习题	14
第二章 半导体三极管与基本放大电路	17
一、内容提要	17
二、典型题解析	30
三、习题	58
第三章 集成运算放大器	68
一、内容提要	68
二、典型题解析	70
三、习题	81
第四章 集成运算放大器的应用	86
一、内容提要	86
二、典型题解析	89
三、习题	110
第五章 振荡电路	117
一、内容提要	117
二、典型题解析	118
三、习题	130

第六章 直流稳压电源	133
一、内容提要	133
二、典型题解析	136
三、习题	153
第七章 门电路与组合逻辑电路	157
一、内容提要	157
二、典型题解析	171
三、习题	197
第八章 触发器与时序逻辑电路	201
一、内容提要	201
二、典型题解析	216
三、习题	235
第九章 存储器与可编程逻辑器件	241
一、内容提要	241
二、典型题解析	246
三、习题	252
第十章 模拟量与数字量的转换	254
一、内容提要	254
二、典型题解析	257
三、习题	262

第二部分 自测试题

自测试题一.....	265
自测试题二.....	269
自测试题三.....	274
自测试题四.....	279

附录 习题与自测试题答案

习题答案·····	285
自测试题答案·····	293
参考文献·····	299

第一部分 典型题解析

第一章 半导体二极管与简单应用

一、内 容 提 要

1. 半导体的导电特性

(1) 具有晶体结构的纯净的半导体称为本征半导体。

(2) 掺杂后的半导体称为杂质半导体。按掺入杂质的不同,可分为 P 型半导体和 N 型半导体。在 P 型半导体中,空穴的数量大大超过自由电子;在 N 型半导体中,自由电子的数量大大超过空穴。应当注意的是,这并不意味着 P 型半导体带正电荷,N 型半导体带负电荷,两者的正、负电荷量是相等的。

2. PN 结

(1) PN 结的主要特点是单向导电性。

(2) PN 结正向偏置时导通;反向偏置时截止。

3. 半导体二极管

(1) 半导体二极管的重点是其伏安特性。二极管的正向电压只有零点几伏,导通时其电阻较小;反向电压不超过某一范围时,

其值近于恒定,反向电阻很高。

(2) 二极管主要应用于整流、限幅等。

(3) 单相桥式整流电路要掌握电路工作原理、定量计算和元件选择。

4. 单相桥式整流电路

(1) 整流电压平均值

$$U_o = \frac{2}{\pi} \sqrt{2} U = 0.9U$$

(2) 二极管承受的最大反向电压

$$U_{\text{DRM}} = \sqrt{2} U$$

(3) 二极管平均电流

$$I_D = \frac{1}{2} I_o = \frac{1}{2} \frac{U_o}{R_L}$$

(4) 电源变压器副边电流的有效值

$$I = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} (I_m \sin \omega t)^2 d(\omega t)} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

又因
$$I_o = 2 \frac{I_m}{\pi}$$

故
$$I = \frac{\pi}{2 \sqrt{2}} I_o = 1.11 I_o$$

5. 滤波电路

(1) 电容滤波电路的实质是在脉动电压升高时充电,电压下降时向负载放电,填补了脉动电压两个尖峰间的空隙。

(2) 单相桥式整流电路电容滤波输出电压平均值

$$U_o = 1.2U$$

(3) 元件一般应满足下列关系

$$R_L C = (3 \sim 5) \frac{T}{2}$$

6. 稳压管及稳压电路

(1) 稳压管、光电二极管和发光二极管是特殊的半导体二极管。

(2) 稳压管与限流电阻一起构成简单稳压电路。

(3) 稳压电路的作用是在电源电压或负载电流变化时,保持负载两端的直流电压稳定。

二、典型题解析

例 1.1 将一个硅材料制成的 PN 结连接成如图 1.1(a), (b), (c) 所示电路。试说明三个电路中电流表的读数有什么不同。为什么?

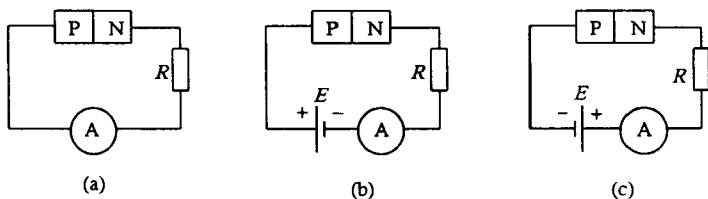


图 1.1

分析 PN 结只有加正向电压时导通,形成正向电流,否则可视为无电流。

解 (a) 电流表没有读数,因为电路中没有电源。

(b) 电流表有读数,因为 PN 结承受正向电压而导通。

(c) 电流表没有读数,因为 PN 结承受反向电压而截止。

【评注】 PN 结加正向电压时,破坏了扩散运动和漂移运动的平衡,使

扩散运动增强,形成较大的正向电流,PN 结导通;若加反向电压时,也破坏了两种运动的平衡,使扩散运动难以进行,少数载流子的漂移所形成的反向电流很小,PN 结截止。

例 1.2 怎样用万用表判断二极管正负极性及好坏?

分析 二极管正向电压只有零点几伏时导通,其电阻很小;正向电压未超过死区电压时,电流很小,电阻较大,可认为二极管未导通。

解 通常用万用表的欧姆表 $\times 1\text{ k}\Omega$ 档判断二极管的正负极。红、黑试棒分别接二极管的两极,若测得的电阻值较小,如 $10\text{ k}\Omega$ 左右,则红试棒所接为负极,黑试棒所接为正极;反之,若测得的电阻值较大,如 $500\text{ k}\Omega$ 以上,则表明红试棒所接为正极,黑试棒所接为负极。有的二极管单向导电性不好,例如反向电阻值只有几十千欧,甚至正、反电阻值接近相等,则这样的二极管就不能使用了。

【评注】 在一定温度下,当反向电压不超过某一范围时,其反向饱和电流趋于恒定,二极管的反向电阻很高。当反向电压增高到击穿电压时,反向电流突然剧增,二极管遭受损坏。不同类型的二极管,它的正、反向电阻值也各有差异。

例 1.3 二极管电路如图 1.2(a), (b) 所示。试判断二极管是导通还是截止,并求电路输出电压 U_{ab} 。

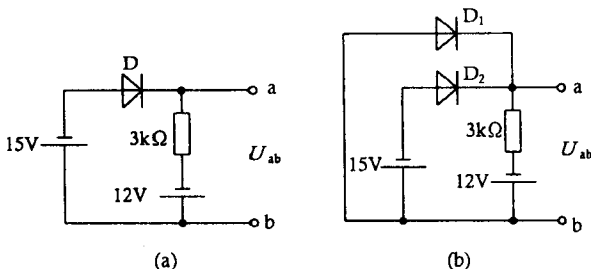


图 1.2

分析 本例题的关键是判断二极管的状态。理想二极管正向导通时可视为短路,反向截止时视为开路。按此原则处理后就得到一个不含二极管电路。

解 (a) 二极管 D 的正极电位为 -15 V , 负极电位为 -12 V , 故二极管 D 截止, 输出电压 $U_{ab} \approx -12\text{ V}$;

(b) 二极管 D_1 导通, D_2 截止, $U_{ab} \approx 0\text{ V}$ 。

【评注】 判断二极管状态的方法: 先将判断管子从电路中取下, 然后比较两个开路端电位的高低, 即确定开路端电压极性。若开路电压的极性对被判断的管子是正向偏置的, 管子接回原处仍是正向偏置; 反之, 管子接回原处就是反向偏置的。

例 1.4 在图 1.3 所示电路中, KM_1 和 KM_2 为相同的直流继电器, 其工作电压在 $10 \sim 20\text{ V}$ 之间。试求开关 S 分别置 1~4 挡位置时, 继电器如何动作。设二极管的正向电阻为零, 反向电阻为无穷大。

分析 本例题应先判断二极管的状态, 若 D_3 反向截止时, KM_1 吸合, D_4 导通。反之, D_4 截止时, KM_2 吸合, D_3 导通。 D_3, D_4 的状态, 又根据开关 S 的位置确定。

解 开关 S 置于第 1 挡时, 继电器 KM_1, KM_2 中均无电流, 两继电器均不动作。

开关 S 置于第 2 挡时, 二极管 D_1, D_3 导通作半波整流, KM_2 吸合动作。

开关 S 置于第 3 挡时, 二极管 D_2, D_4 导通作半波整流, KM_1 吸合动作。

开关 S 置于第 4 挡时, 二极管 D_4 导通作半波整流, KM_1 吸合动作; 二极管 D_3 导通作半波整流, KM_2 吸合动作。两继电器均动作。

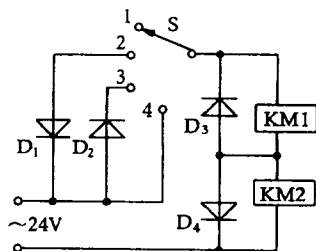


图 1.3

【评注】 二极管的应用面很广,不仅可用于整流(本例题实际是一整流电路),而且还可用于削波、钳位、隔离等。

例 1.5 电路如图 1.4 所示,设交流电压有效值为 220 V,二极管导通时压降为零。试求:

(1) A,B,C 三个相同的灯泡哪个最亮?

(2) A,B,C 灯泡端电压平均值分别是多少?

(3) A,B,C 灯泡端电压极性如何?

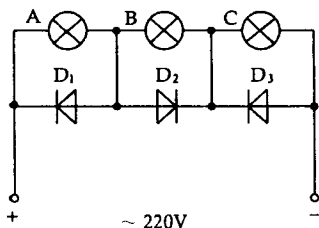


图 1.4

分析 本例题所示电路图是一单相半波整流电路。各灯泡端电压分别由 D_1, D_2, D_3 状态确定。

解 (1) B 灯泡最亮。因当交流电源正半周(如图所示)时,半波整流电压全加在 B 灯泡上;负半周(左“-”右“+”)时,半波整流电压分别加在 C,A 串联灯泡上,故 B 灯泡最亮。

(2) 在电源的正半周(如图所示)时, D_2 导通,半波整流电压分别加在 A,C 灯泡上,其电压分别为

$$U_A = U_C = \frac{1}{2} \times 0.45U = 49.5 \text{ V}$$

电源的负半周(左“-”右“+”)时, D_3, D_1 导通,半波整流电压全加在灯泡 B 上,其电压为

$$U_B = 0.45U = 99 \text{ V}$$

(3) A,C 灯泡电压极性左“+”右“-”;B 灯泡电压右“+”左“-”。

【评注】 单相半波整流电路,整流电压的平均值 U 。与交流电压的有效值大小关系为 $U_0 = 0.45U$ 。

例 1.6 图 1.5(a),(b) 所示电路中。 $E = 5 \text{ V}, u_i = 10\sin\omega t$

V, 二极管 D 的正向压降忽略不计。试分别画出输出电压 u_o 的波形图。

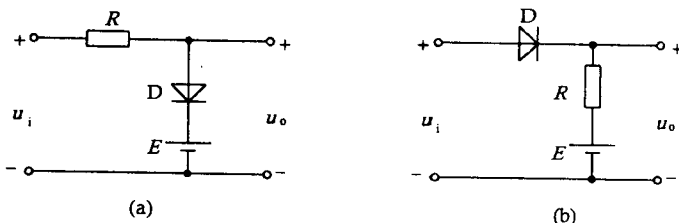


图 1.5

分析 在 u_i 和 5 V 电源共同作用下, 分析出在哪个时间区段 D 正向导通, 在哪个时间区段 D 反向截止。理想二极管 D 导通时可视为短路, 截止时可视为开路。

解 (1) 在图 1.5(a) 中, u_i 正半周时, $u_i < E$, D 截止, R 中无电流, $u_o = u_i$; $u_i > E$, D 导通, $u_o = E = 5$ V。 u_i 负半周时, D 截止, $u_o = u_i$, 其输出电压波形如图 1.6(a) 所示。

(2) 在图 1.5(b) 中, u_i 正半周时, $u_i < E$, D 截止, R 中无电流, $u_o = E = 5$ V; $u_i > E$, R 中有电流, 则 $u_o = u_R + E$; u_i 负半周时, D 截止, $u_o = E = 5$ V, 其输出电压波形如图 1.6(b) 所示。

【评注】 图 1.5 所示为限幅和钳位电路。所谓的限幅, 是指将输出电压限制在一定的幅值之内。所谓的钳位, 是指将输出电压的幅值钳制在预定的电位上。本例题的分析方法是: 画出输入正弦波电压和直流电压 E 的波形, 根据 KVL 列出输入、输出电压关系 ($u_o = u_i - u_R$, $u_o = u_i + u_R + E$), 以及 u_i 正、负半周时 D 的状态, 画出输出电压波形。

例 1.7 有两只稳压管 D_{z1} 和 D_{z2} , 其稳定电压分别为 5.5 V 和 8.5 V, 正向压降都是 0.5 V。试问: 欲得到 0.5 V, 3 V, 6 V, 9 V 和 14 V 几种稳定电压, 这两只稳压管应如何联接? 画出各电路图。

分析 稳压管工作在反向击穿特性上。它反向偏置时, 管子

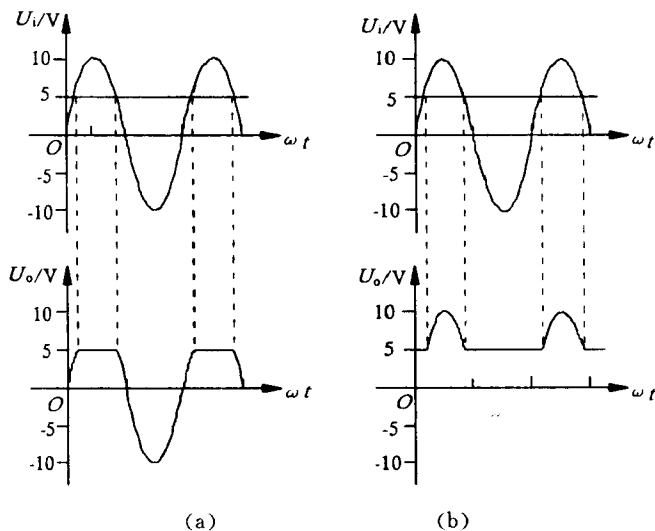


图 1.6

两端电压为其稳定值,稳压管正向偏置时,管子两端电压为其正向压降值。

解 应按图 1.7(a),(b),(c),(d) 和(e) 联接,可分别得到上述几种不同的稳定电压。图中 R 分别是限流电阻。

【评注】 要联接成几种稳定电路,必须有限流电阻,否则流过稳压管的电流会超过允许值,致使稳压管发热击穿而损坏。

例 1.8 图 1.8 所示电路中,采用两只同型号的稳压管并联使用。试问:该电路是否合理?为什么?

分析 稳压管的稳定电压是正常条件(工作电流、温度)下的值,即使同一型号的管子,由于工艺方面和其他原因,稳压值也有一定的分散性。

解 该电路是不合理的。

因为尽管采用同型号的稳压管,稳定电压不可能完全相同。例

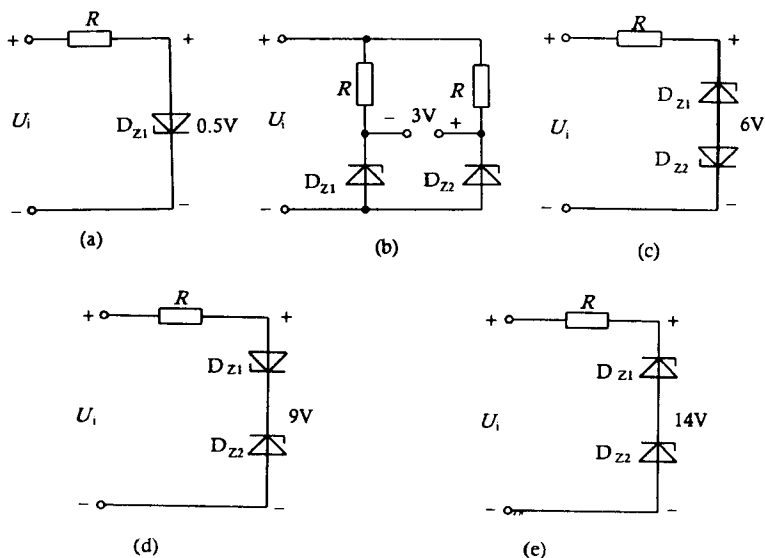


图 1.7

如 2CW15, 其稳定电压为 7 ~ 8.5 V, 如一个稳定电压是 7 V, 另一个为 8 V。两只管并联后, 当外加电压升高时, 7 V 的管子先击穿, 输出电压为 7 V, 而其击穿后稳定电压基本不变, 只是流过它的电流随外加电压的升高

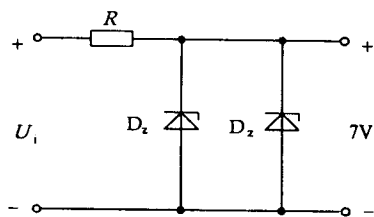


图 1.8

而增大, 因而使外加电压的增量基本上降至限流电阻 R 上。稳定电压为 8 V 的管子因其两端电压达不到 8 V 而不被击穿, 全部电流几乎都经过已被击穿的管子, 这就有可能使已击穿管子的电流超过其最大稳定电流和耗散功率而被损坏。因此, 稳压管一般不采用