

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

电子技术基础 学习指导与同步训练

主编 陈振源



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

电子技术基础
学习指导与同步训练

主编 陈振源

 高等教育出版社

内 容 提 要

本书是配合中等职业教育国家规划教材《电子技术基础》而编写的一本配套学习用书。全书从“学习目标”、“知识要点提示”、“典型例题分析”、“同步训练”四部分提供辅导,是学生学习和教师备课的重要参考资料。

本书配有多媒体课件光盘,适用于教师的课堂教学和学生的课后自学。

本书可作为中等职业学校电子技术应用、电子电器、通信技术、计算机及应用专业学生的学习辅导用书,也可供相关行业岗位培训或自学电子技术使用。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础学习指导与同步训练/陈振源主编.

北京:高等教育出版社,2004.8

ISBN 7-04-014910-9

I. 电… II. 陈… III. 电子技术-专业学校
-教学参考资料 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 046362 号

策划编辑	韦晓阳	责任编辑	章浩平	封面设计	于 涛	责任绘图	朱 静
版式设计	张 岚	责任校对	朱惠芳	责任印制	韩 刚		

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 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 天津新华印刷一厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 18.75
字 数 450 000

版 次 2004 年 8 月第 1 版
印 次 2004 年 8 月第 1 次印刷
定 价 29.50 元(附光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

本书是中等职业教育国家规划教材《电子技术基础》(陈振源主编)的配套用书。依据教育部 2000 年颁布的全国中等职业学校电子技术基础教学大纲编写,同时参考了相关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。基于对电子技术基础课程进行立体化、精品化教材建设的基本思路,本书配有《电子技术基础》多媒体课件光盘。

本书共分为 15 章,按照教材的章节顺序编写,内容包括“学习目标”、“知识要点提示”、“典型例题分析”、“同步训练”四部分。“学习目标”是对各阶段的教学内容提出的学习要求和能力达标要求;“知识要点提示”是教材内容的概括,对阶段的学习重点、难点进行提示,以帮助同学们梳理所学的知识,把握学习的重点;“典型例题分析”是选择了一些具有典型意义的题型进行分析,帮助学生理解和巩固基本概念,提高解决问题的能力;“同步训练”分为选择题、填空题、计算题、作图题、分析题等类型,有参考答案供学生查阅,训练题紧扣各阶段学习的重要内容和能力达标要求,方便同学们自我检查学习效果,有利于复习和巩固所学知识。区别于以往的学习指导书,本书具有以下三个特点:

1. 为了有利于学习过程的同步指导和同步训练,便于及时复习和巩固所学的知识,本书不是按章编写,而是按教学进程进行编写,选材内容突出学习过程的重点与难点。

2. 本书的“典型例题分析”不仅仅只是达到解题示范的作用,更为重要的是要培养学生分析和解决问题的能力。基于以上的考虑,本书的每道例题分析都包括“解题点拨”和“解题示范”两部分。关于电子技术基础的解题方法指导方面可借鉴的资料非常之少,“解题点拨”是编者多年从事课程教学实践的总结和归纳,由于编者的能力所限,解题方法的指导有可能不是很到位,编入本书中供教师和学生参考,希望对学生把握解题的基本思路和基本方法、总结类似习题的解题技巧和规律有所启迪。

3. 在保证基础性、典型性的前提下,本书的练习题具有深浅度适中、题型新颖、突出工程应用的特点,以利于培养学生的创新能力和实践能力。

本书所配的多媒体课件光盘主要内容分为“电路分析”、“实验演示”、“知识测验”三部分,本课件的开发采用了三维图像技术和动画技术,演示直观逼真,交互性强,适用于教师的课堂教学和学生的课后自学。

本书可作为中等职业学校电子技术应用、电子电器、通信技术、计算机及应用专业学生的学习辅导用书,可作为高职升学考试的复习用书,也可供相关行业岗位培训或自学电子技术使用。

本书由福建信息职业技术学院的杨元挺老师主审。由于编者的疏忽及水平有限,书中不足

之处在所难免,敬请广大读者批评斧正,如有意见和建议,请通过电子信箱:chen-zhenyuan@163.net 联系。最后,编者真诚地希望本书能对广大读者学习和掌握电子技术带来帮助。

编 者

2004 年 1 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

第一章 晶体二极管及整流电路	1	第六章 集成运算放大器	106
第一节 半导体的主要特性	1	第一节 集成运放的基本单元电路	106
第二节 晶体二极管	3	第二节 集成运放介绍	112
第三节 整流电路	6	第三节 集成运算放大器的应用	115
第四节 滤波电路	12	第七章 正弦波振荡器	124
第五节 特种二极管及其应用	16	第一节 正弦波振荡器的基本知识	124
第二章 晶体三极管及基本放大电路	20	第二节 RC 振荡器	126
第一节 晶体三极管	20	第三节 LC 振荡器	132
第二节 三极管基本放大电路	26	第四节 石英晶体振荡器	141
第三节 放大电路的分析方法	32	第八章 直流稳压电源	148
第四节 工作点稳定的放大电路	39	第一节 稳压管并联型稳压电路	148
第五节 多级放大器	45	第二节 三极管串联型稳压电路	152
第三章 场效应管放大电路	52	第三节 集成稳压器	156
第一节 绝缘栅场效应管	52	第四节 开关型稳压电源简介	160
第二节 结型场效应管	58	第九章 晶闸管及应用电路	165
第三节 场效应管放大电路	62	第一节 单向晶闸管及其应用	165
第四章 放大电路的负反馈	69	第二节 双向晶闸管及其应用	171
第一节 反馈的基本概念	69	第三节 特殊晶闸管及其应用	175
第二节 负反馈对放大器性能的影响	74	第十章 数字电路基础	178
第三节 负反馈放大电路分析	78	第一节 数字电路概述	178
第五章 低频功率放大器	87	第二节 RC 电路的应用	181
第一节 功率放大电路的基本要求及 分类	87	第三节 数制与码制	186
第二节 双电源互补对称电路 (OCL 电路)	90	第四节 逻辑门电路基础	189
第三节 单电源互补对称电路 (OTL 电路)	95	第五节 逻辑代数的基本定律及逻辑 函数的化简	197
第四节 集成功率放大器	101	第十一章 组合逻辑电路	203
		第一节 组合逻辑电路的基本知识	203
		第二节 编码器	210

第三节	译码器	216	第一节	寄存器	254
第四节	数据选择器及分配器	223	第二节	计数器	259
第十二章	集成触发器	230	第十四章	脉冲波形的产生与变换	266
第一节	RS 触发器	230	第一节	多谐振荡器	266
第二节	触发器的几种常用触发方式 ...	237	第二节	单稳态触发器	270
第三节	JK 触发器	240	第三节	施密特触发器	276
第四节	D 触发器	245	第十五章	数模转换与模数转换	282
第五节	T 触发器	250	第一节	数模转换	282
第十三章	时序逻辑电路	254	第二节	模数转换	287

第一章 晶体二极管及 整流电路



本章是本书的开始篇,各种电子线路的核心是半导体器件,晶体二极管是应用相当广泛的半导体器件之一,熟悉并掌握二极管的特性和应用电路是本章的学习重点。

第一节 半导体的主要特性

一、学习目标



- (1) 能从物质的导电能力来理解半导体的概念;
- (2) 知道半导体的三个主要特性;
- (3) 掌握 N 型、P 型半导体的形成与特点。

二、知识要点提示



1. 半导体

硅、锗等物质的导电性能优于绝缘体而又不如导体,称为半导体。硅、锗是制造晶体二极管、三极管、场效应管、晶闸管和集成电路的主要半导体材料。

2. 半导体的主要特性

半导体材料具有掺杂性、热敏性和光敏性。

3. 杂质半导体

N 型半导体:在纯净的半导体内掺入微量的五价元素,以自由电子导电为主。

P 型半导体:在纯净的半导体内掺入微量的三价元素,以空穴导电为主。



三、典型例题分析

例题

“N 型半导体自由电子数量多,而自由电子是带负电荷的,所以 N 型半导体带负电。”这一说法正确吗?

【解题点拨】 在电中性的半导体中掺入电中性的五价元素,从系统的概念来理解,其形成的整个 N 型半导体也应保持电中性。

【解题示范】 在四价元素硅(或锗)中掺入微量五价元素,五价原子最外层有 5 个价电子,其中 4 个价电子与相邻 4 个硅(或锗)原子的价电子组成共价键,多余的 1 个价电子很容易挣脱其原子核的束缚而成为自由电子,于是 N 型半导体中的自由电子数目大大增加。但由于价电子的挣脱,使 5 价原子成为正离子。因而对于整个 N 型半导体来说,自由电子与正离子是等数量,故呈电中性。

四、同步训练



(一) 选择题

- 用于制造半导体器件的半导体材料是_____。
 - 磷
 - 硅
 - 铜
 - 锗
- 在纯净半导体中掺入微量 3 价元素形成的是_____型半导体。
 - P
 - N
 - PN
 - 电子导电
- 在纯净半导体中掺入微量 5 价元素形成的是_____型半导体。
 - P
 - N
 - 电子导电
 - 空穴导电
- N 型半导体是_____。
 - 带正电
 - 电中性
 - 带负电
 - 自由电子为多数载流子
- 在 P 型半导体中,多数载流子是_____。
 - 空穴
 - 电子
 - 电子空穴对
 - 原子核

(二) 填空题

- 半导体具有____性、____性和____性。
- 杂质半导体按导电类型分为____和____两种。
- 半导体的两类载流子是____和____。
- 当价电子挣脱共价键的束缚成为自由电子后,共价键中就留下一个____,称之为空穴。

5. 温度____,将使半导体的导电能力大大增强。

参考答案

(一) 选择题

1. B,D 2. A 3. B,C 4. B,D 5. A

(二) 填空题

1. 掺杂,热敏,光敏
2. N型,P型
3. 自由电子,空穴
4. 空位
5. 升高

第二节 晶体二极管

一、学习目标

- (1) 熟悉二极管的电路符号;
- (2) 掌握二极管的单向导电性;
- (3) 掌握二极管的伏安特性曲线及主要参数;
- (4) 会使用万用表检测二极管的质量和判断电极。

二、知识要点提示

1. 二极管的结构与电路符号

在PN结的外面装上管壳,再引出两个电极,就可以做成晶体二极管。图1.1为二极管电路符号,从P区(图中三角形一端)引出的电极为正极,从N区(粗实线一端)引出的电极为负极。



2. 二极管的特性

图 1.1

二极管加正向电压导通,加反向电压截止。

二极管的特性可由伏安特性曲线准确描述。二极管加正向电压时的导电特性由正向伏安特性曲线来描述,加反向电压时的导电特性则由反向伏安特性曲线来反映。

3. 二极管的主要参数

- (1) 最大整流电流 I_{FM} 。
- (2) 最高反向工作电压 V_{RM} 。
- (3) 反向饱和电流 I_R 。

三、典型例题分析



例题

图 1.2 所示电路中,设二极管正向导通压降为 0.7 V ,试判断图中二极管是导通还是截止,并确定各电路的输出电压 V_O 。

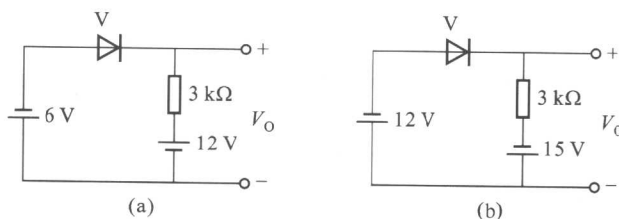


图 1.2

【解题点拨】 判断二极管在电路中的状态,通常采用的方法是:先假设二极管断开,然后分析二极管正极与负极之间将承受的电压。如果该电压为正向电压且大于导通电压,则可判断该二极管处于正向偏置而导通,两端的实际电压为二极管的导通压降 0.7 V ;如果二极管两端所加的是反向电压或正向电压低于 0.5 V ,则可判断该二极管处于截止状态,在电路中等效开路的元件。

【解题示范】 (a) 二极管 V 反偏截止, $V_O = 12\text{ V}$ 。

(b) 二极管 V 正偏导通, $V_O = -0.7\text{ V} - 12\text{ V} = -12.7\text{ V}$ 。

四、同步训练



(一) 选择题

1. 晶体二极管内部是由_____所构成的。
 - A. 一个 PN 结
 - B. 两个 PN 结
 - C. 两块 N 型半导体
 - D. 两块 P 型半导体
2. 硅二极管的死区电压为_____,导通电压为_____。
 - A. 0.2 V
 - B. 0.3 V
 - C. 0.5 V
 - D. 0.7 V
3. 锗二极管的死区电压为_____,导通电压为_____。
 - A. 0.2 V
 - B. 0.3 V

- C. 0.5 V D. 0.7 V
4. 二极管的伏安特性曲线反映的是二极管_____的关系曲线。
- A. $V_D - I_D$ B. $V_D - r_D$
- C. $I_D - r_D$ D. $f - I_D$
5. 若把二极管直接同一个电动势为 1.5 V, 内阻为零电源实行正向连接, 则该管_____。
- A. 击穿 B. 电流为零
- C. 电流过大而损坏 D. 正向电压偏低而截止

(二) 填空题

1. 二极管加上正向偏置是将电源正极与二极管的____极相连,电源负极与二极管的____极相连,此时二极管呈现电阻____,可等效开关____。
2. 二极管处于反向偏置时,呈现的内阻____,可等效开关____。
3. 二极管的最大整流电流 I_{FM} 的含义是_____。
4. 二极管的最高反向工作电压 V_{RM} 的含义是_____,晶体管手册中的 V_{RM} 通常规定为反向击穿电压的_____。
5. 二极管反向饱和电流 I_R 会随____升高而增大。
6. 2AP 系列晶体二极管是____半导体材料制成的,2CP 系列晶体二极管是____半导体材料制成的。

(三) 问答题

1. 为什么说在使用二极管时,应特别注意不要超过最大整流电流和最高反向工作电压?
2. 二极管的选用原则是什么?
3. 用万用表的欧姆挡测量小功率二极管为什么不能用 $R \times 1$ 挡或 $R \times 10 \text{ k}$ 挡?

(四) 分析题

1. 在图 1.3 所示的电路中, V_1 、 V_2 、 V_3 是性能完全一样的二极管, 试分析各管是导通还是截止(分别对硅管和锗管进行分析)。
2. 分析图 1.4 所示的电路中, 各二极管是导通还是截止? 并求 AO 两点间电压 $V_{AO} = ?$ (设二极管正偏时的工作压降为 0.7 V)

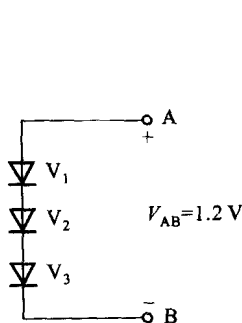


图 1.3

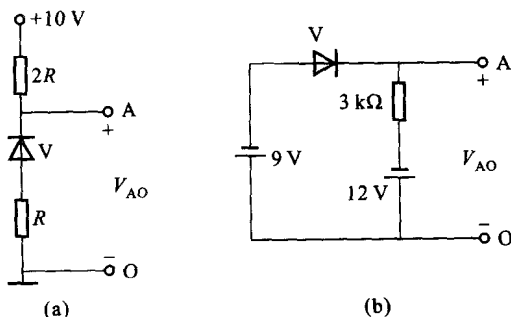


图 1.4

参考答案

(一) 选择题

1. A 2. C,D 3. A,B 4. A 5. C

(二) 填空题

1. 正,负,较小,闭合
2. 很大,断开
3. 管子长期运行时允许通过的最大正向平均电流
4. 保证二极管不至于反向击穿而规定的最高反向电压,1/2 至 1/3
5. 温度
6. 锗,硅

(三) 问答题

1. 二极管加正向电压时,实际工作电流不能超过最大整流电流,否则会导致二极管过热而烧毁。二极管加反向工作电压时不应超过最高反向工作电压,否则会使二极管反向击穿,形成较大的反向电流,二极管的 PN 结会因功耗过大而损坏。

2. 二极管的选用原则是:(1) 保证选用的二极管型号所对应的参数能满足实际电路的需求。(2) 一般情况下,整流电路首选热稳定性好的硅管,其次高频检波电路才选锗管。

3. 使用万用表的 $R \times 1$ 挡测量二极管时,因万用表内阻较小,流过二极管的电流太大,容易烧坏二极管;而万用表置 $R \times 10\text{ k}$ 挡时,使用叠层式电池的电压较高,可能击穿管子。因此,用万用表测小功率二极管宜用 $R \times 100$ 或 $R \times 1\text{ k}$ 挡。

(四) 分析题

1. 三只二极管串联对 1.2 V 电压进行分压,每只二极管的正向电压为 0.4 V。若 $V_1 \sim V_3$ 管是硅管,由于所加正向电压未超过硅二极管死区电压 0.5 V,因此各管是截止;若 $V_1 \sim V_3$ 管是锗管,所加正向电压未超过锗二极管死区电压 0.2 V,二极管均导通。

2. 图(a):V 截止, $V_{A0} = 10\text{ V}$

图(b):V 导通, $V_{A0} = -9.7\text{ V}$

第三节 整流电路

一、学习目标



- (1) 了解半波整流电路的组成与工作原理;
- (2) 了解半波整流电路的输出电压 V_L 、输出电流 I_L 、二极管的额定电压 V_{RM} 和额定电流 I_{FM} 的估算方法;
- (3) 掌握桥式整流电路的组成与整流原理;

(4) 掌握桥式整流电路的输出电压 V_L 、输出电流 I_L 、二极管的额定电压 V_{RM} 和额定电流 I_{FM} 的估算。

二、知识要点提示



1. 整流电路功能与类型

- (1) 功能 利用二极管的单向导电性将交流电转换成脉动直流电。
- (2) 类型 单相半波整流电路、单相桥式整流电路。

2. 半波整流电路

- (1) 电路组成 由整流二极管、电源变压器和负载电阻所构成,如图 1.5 所示。
- (2) 整流原理 主要根据整流二极管的单向导电性来分析:
 - a. 当 v_2 正半周,二极管 V 正偏而导通,负载 R_L 上的电压 $v_L = v_2$ 。
 - b. 当 v_2 负半周,二极管 V 反偏而截止,负载 R_L 上的电压 $v_L = 0$ 。
- (3) 输出直流电压和电流 $V_L = 0.45V_2, I_L = 0.45 \frac{V_2}{R_L}$ 。
- (4) 整流二极管参数选择 $V_{RM} \geq \sqrt{2}V_2, I_{FM} \geq I_L$ 。

3. 桥式整流电路

- (1) 电路组成 由整流电桥(4 个二极管)、电源变压器和负载电阻所构成,如图 1.6 所示。

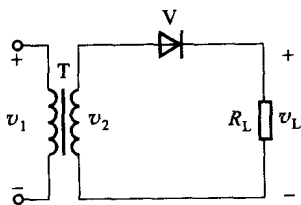


图 1.5

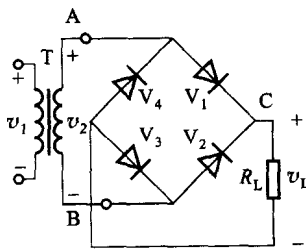


图 1.6

(2) 整流原理 根据二极管的单向导电作用及输入交流电压的瞬时极性可分析出导电回路:

- a. v_2 正半周 ($A + , B -$), V_1, V_3 管承受正向电压而导通, V_2, V_4 管承受反向电压而截止。
- b. v_2 负半周 ($A - , B +$), V_1, V_3 管截止, V_2, V_4 管导通。

用示波器观测 v_2 与 v_L 的波形如图 1.7 所示。

- (3) 负载上直流电压和电流 $V_L = 0.9V_2, I_L = 0.9 \frac{V_2}{R_L}$ 。

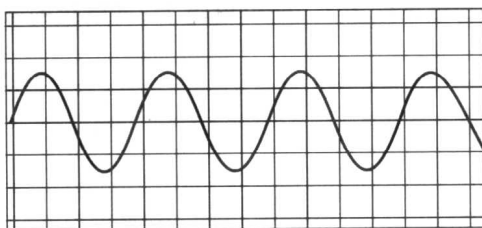
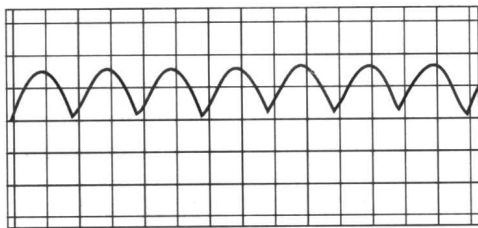
(a) 输入交流电 v_2 波形(b) 输出交流电 v_L 波形

图 1.7

(4) 整流二极管参数选择 $V_{RM} \geq \sqrt{2}V_2, I_{FM} = \frac{1}{2}I_L$ 。

三、典型例题分析



【例题 1】

有一直流负载,额定电压为 30 V,阻值为 20 Ω ,如采用桥式整流电源供电,设电网交流电压为 220 V。(1) 求电源变压器的变压比;(2) 试选择整流二极管。

【解题点拨】 本题考查的知识点是桥式整流电路的计算公式。根据变压器的工作原理,变压比 $n = \frac{V_1}{V_2}$,电网交流电压 V_1 已知为 220 V,只要知道变压器二次侧电压 V_2 ,即可求出变压比 n 。选择二极管主要考虑 V_{RM} 与 I_{FM} 两个参数。

【解题示范】 (1) 电源变压器二次侧电压为

$$V_2 = \frac{V_L}{0.9} = \frac{30 \text{ V}}{0.9} = 33 \text{ V}$$

电源变压器的变压比为

$$n = \frac{V_1}{V_2} = \frac{220 \text{ V}}{33 \text{ V}} = 6.7$$

(2) 流过每个二极管的平均电流为

$$I_D = \frac{1}{2}I_L = \frac{1}{2} \times \frac{V_L}{R_L} = \frac{1}{2} \times \frac{30 \text{ V}}{20 \Omega} = 0.75 \text{ A}$$

每个二极管承受的最高反向电压为

$$V_{\text{DRM}} = \sqrt{2} V_2 = \sqrt{2} \times 33 \text{ V} = 46.7 \text{ V}$$

查晶体管手册可得,二极管 1N4002 的最大整流电流为 1 A,最高反向工作电压为 100 V,可满足整流电路的要求。

例题 2 桥式整流电路如图 1.8 所示,当电路分别出

现以下故障时,分析对电路正常工作的不良影响。

- (1) 二极管 V_1 极性接反;
- (2) 二极管 V_2 开路或脱焊;
- (3) 二极管 V_2 被击穿短路;
- (4) 负载 R_L 被短路。

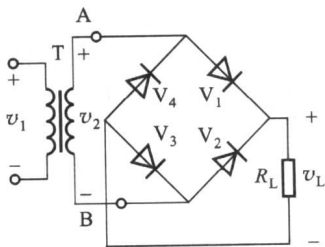


图 1.8

【解题点拨】 本题涉及整流电路的电流通路分析问题,如所接的电路形成的回路电流不经过负载 R_L ,就会造成电流过大而损坏器件;如所接的电路不能形成通路就会使输出的整流电压不正常。

【解题示范】 (1) V_1 管极性接反, v_2 负半周时,二极管 V_2 与 V_1 导通将变压器二次线圈短路,变压器会被烧毁。

(2) V_2 管开路或脱焊,电路变为半波整流电路,输出的整流电压的波动增加,输出电压下降一半, $V_L = 0.45 V_2$ 。

(3) V_2 管击穿或短路, v_2 正半周时, V_1 管与 V_2 管导通将变压器二次线圈短路使之烧毁。

(4) 负载 R_L 短路,电路的输出电流 I_L 很大,将造成变压器二次线圈或整流二极管的烧毁。

四、同步训练



(一) 选择题

1. 半波整流电路的变压器二次侧电压为 10 V,其负载上的直流电压为_____。
 - A. 9 V
 - B. 4.5 V
 - C. 14 V
 - D. 2.2 V
2. 半波整流电路的负载上直流电压为 9 V,则二极管所承受的最高反向电压的实际值是_____。
 - A. 20 V
 - B. 40 V
 - C. 28.28 V
 - D. 56.56 V
3. 半波整流电路中,若需保证输出电压为 45 V,变压器二次侧电压应为_____。
 - A. 100 V
 - B. 50 V
 - C. 45 V
 - D. 37.5 V
4. 桥式整流电路输出的直流电压为变压器二次侧电压有效值的_____倍。
 - A. 0.45
 - B. 0.707
 - C. 1.414
 - D. 0.9
5. 在桥式整流电路中,整流二极管承受的最高反向电压是_____。