



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果配套参考书

模拟电子技术基础 典型题分析及习题解答

李震梅 主编

高等教育出版社



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果配套参考书

模拟电子技术基础 典型题分析及习题解答

Moni Dianzi Jishu Jichu Dianxingti Fenxi ji Xiti Jieda

李震梅 主编

高等教育出版社·北京

内容简介

本书与李震梅主编的《模拟电子技术基础》教材(以下简称主教材)配套,为教师备课、深入研究主教材和批改作业提供方便,同时可帮助广大学生及自学主教材的读者正确把握“模拟电子技术基础”课程的基本要求,牢固掌握课程的基本概念、基本原理和基本分析方法,学习解题方法。本书也可供有志攻读硕士研究生的考生复习之用。

本书的章节顺序与主教材完全相同,所用符号、术语也与主教材一致,以方便读者对照学习,主要内容为主教材各章的基本要求、重点和难点、典型题型精解和习题及其解答、自测题及参考答案,最后附有三套试题并给出了相应的参考答案及评分标准。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础典型题分析及习题解答/李震梅
主编. —北京:高等教育出版社,2014.6

ISBN 978 - 7 - 04 - 039626 - 3

I. ①模… II. ①李… III. ①模拟电路-电子技术-
高等学校-题解 IV. ①TN710-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第073786号



策划编辑	平庆庆	责任编辑	平庆庆	封面设计	赵阳	版式设计	杜微言
插图绘制	杜晓丹	责任校对	陈旭颖	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 100120
印 刷 河北省财政厅票证文印中心
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 10.5
字 数 260千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2014年6月第1版
印 次 2014年6月第1次印刷
定 价 16.00元

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
物 料 号 39626-00

前 言

本书是根据教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新修订的“模拟电子技术基础”课程教学基本要求编写的模拟电子技术的辅导教材。与《模拟电子技术基础》(李震梅主编,高等教育出版社)配套,可供大学本科学生在学习“模拟电子技术基础”课程时作参考,也可供有志攻读硕士研究生的考生复习之用。

全书共分11章:半导体二极管及其应用电路;双极型三极管及其放大电路;场效应管及其放大电路;放大电路的频率响应;功率放大电路;集成运算放大器;负反馈放大电路;信号的运算、测量及处理电路;波形发生及变换电路;直流电源;《模拟电子技术基础》试题、参考答案和评分标准。

每章内容包括:教学基本要求、重点和难点;典型题型精解;习题及解答;自测题及解答。其中,第2章、第5章、第8章至第10章的内容还包括综合设计题。

教学基本要求、重点和难点:将指明各章复习的方向和目标,为读者掌握每章的基本内容提供指导。

典型题型精解:通过典型例题的分析、计算与讨论,帮助读者掌握模拟电子电路的基本分析方法和解题方法,提高对模拟电子线路的解题能力,并在深化知识方面作具体应用的指导。

习题及解答:给出《模拟电子技术基础》一书中各章习题的解题方法和参考答案。

自测题及解答:是读者用来了解自身综合应用各章知识能力的一个检验,通过做这些自测题,读者可以深化对各章内容的理解。

综合设计题:从工程应用的角度出发,论述了模拟电子电路的设计方法,从而培养学生分析、设计实用模拟电路的能力。

典型题、习题与自测题题号均与主教材保持一致。

在最后一章给出了三套试题及参考答案和评分标准,所有试题均是本科生期末考试试题和硕士研究生入学考试试题。

参加本书编写的教师多年从事电子技术课程体系、课程内容的教学改革与实践,具有丰富的“模拟电子技术”课程的教学经验。山东理工大学李震梅教授组织了本书的编写,制定了详细的编写提纲,并负责了全书的统稿。全书共11章,其中第1、8、9、10章由李震梅编写,第2、3章由刘雪婷编写,第4、7章由白明编写,第5、6章由董传岱编写。

限于编者的水平,本书中不妥和错误之处在所难免,望读者给予批评指正。

编者

2014年2月

目 录

第 1 章 半导体二极管及应用电路	1	第 5 章 功率放大电路	50
1.1 教学基本要求	1	5.1 教学基本要求	50
1.1.1 基本要求	1	5.1.1 基本要求	50
1.1.2 重点和难点	1	5.1.2 重点和难点	50
1.2 典型题型精解	1	5.2 典型题型精解	50
1.3 习题及解答	5	5.3 习题及解答	53
1.4 自测题及解答	7	5.4 自测题及解答	55
第 2 章 基本放大电路	9	5.5 综合设计题	56
2.1 教学基本要求	9	第 6 章 集成运算放大器	58
2.1.1 基本要求	9	6.1 教学基本要求	58
2.1.2 重点和难点	9	6.1.1 基本要求	58
2.2 典型题型精解	10	6.1.2 重点和难点	58
2.3 习题及解答	17	6.2 典型题型精解	58
2.4 自测题及解答	25	6.3 习题及解答	61
2.5 综合设计题	27	6.4 自测题及解答	64
第 3 章 场效应管及其放大电路	30	第 7 章 负反馈放大电路	68
3.1 教学基本要求	30	7.1 教学基本要求	68
3.1.1 基本要求	30	7.1.1 基本要求	68
3.1.2 重点和难点	30	7.1.2 重点和难点	68
3.2 典型题型精解	30	7.2 典型题型精解	68
3.3 习题及解答	31	7.3 习题及解答	75
3.4 自测题及解答	35	7.4 自测题及解答	78
第 4 章 放大电路的频率响应	37	第 8 章 信号的运算、测量及处理电路	82
4.1 教学基本要求	37	8.1 教学基本要求	82
4.1.1 基本要求	37	8.1.1 基本要求	82
4.1.2 重点和难点	37	8.1.2 重点和难点	82
4.2 典型题型精解	37	8.2 典型题型精解	82
4.3 习题及解答	42	8.3 习题及解答	87
4.4 自测题及解答	47	8.4 自测题及解答	99

8.5 综合设计题	102	第 11 章 《模拟电子技术基础》试题、参考	
第 9 章 波形发生及变换电路	104	答案和评分标准	141
9.1 教学基本要求	104	11.1 试题一、参考答案和评分标准	141
9.1.1 基本要求	104	11.1.1 《模拟电子技术基础》	
9.1.2 重点和难点	104	试题一	141
9.2 典型题型精解	104	11.1.2 《模拟电子技术基础》试题一	
9.3 习题及解答	112	的参考答案及评分标准	145
9.4 自测题及解答	121	11.2 试题二、参考答案和评分标准	147
9.5 综合设计题	124	11.2.1 《模拟电子技术基础》	
第 10 章 直流电源	126	试题二	147
10.1 教学基本要求	126	11.2.2 《模拟电子技术基础》试题二	
10.1.1 基本要求	126	的参考答案及评分标准	150
10.1.2 重点和难点	126	11.3 试题三、参考答案和评分标准	152
10.2 典型题型精解	126	11.3.1 《模拟电子技术基础》	
10.3 习题及解答	130	试题三	152
10.4 自测题及解答	136	11.3.2 《模拟电子技术基础》试题三	
10.5 综合设计题	139	的参考答案及评分标准	156
		参考文献	159

第 1 章 半导体二极管及应用电路

1.1 教学基本要求

1.1.1 基本要求

1. 了解半导体中的两种载流子,了解 P 型半导体和 N 型半导体。
2. 理解 PN 结的形成及其单向导电性。
3. 掌握二极管的特性曲线及主要参数,掌握二极管的分析方法。
4. 掌握稳压二极管的特性曲线及主要参数,了解光敏二极管等特殊二极管。

1.1.2 重点和难点

1. 本章重点

- (1) PN 结的形成及其单向导电性。
- (2) 二极管的特性曲线及主要参数。
- (3) 二极管工作状态的判别。
- (4) 二极管的分析方法及稳压管电路分析。

2. 本章难点

- (1) 二极管工作状态的判别。
- (2) 二极管及稳压管的电路分析。

1.2 典型题型精解

1.1 电路如图 1.2.1 所示,(1) 试判断各图中二极管是导通还是截止。(2) 分别用理想模型和恒压降模型计算 A、O 两端的电压 U_{AO} 。

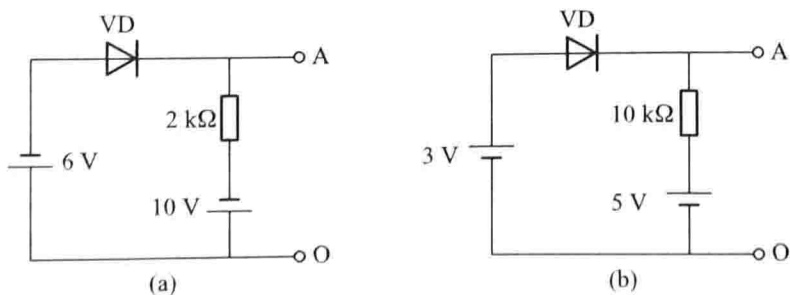


图 1.2.1 题 1.1 图

分析方法:本题的目的是判断二极管的工作状态。

若要判断二极管是导通还是截止,则可先假设二极管被移开,然后计算二极管的阳极和阴极之间的电位差。若该电位差大于零,则二极管导通;若该电位差小于或等于零,则二极管截止。

由于二极管是非线性器件,在严格的计算时一般要采用非线性电路的分析方法,但是为便于近似估算,在近似计算中常采用理想模型或恒压降模型。

所谓理想模型,是指二极管承受正向电压时,其管压降为零,相当于开关的闭合(也可把二极管看成短路)。当二极管承受反向电压时,其电流为零,阻抗为无穷大,相当于开关的断开(也可把二极管看成开路),其等效电路如图 1.2.2 所示。



图 1.2.2 理想模型等效电路

所谓恒压降模型,是指二极管承受正向电压导通时,其管压降为恒定值,且不随电流而变化,具有这种特性的二极管也称为**实际二极管**。一般情况下,普通小功率硅管的正向导通电压可取 $0.6\sim 0.7\text{ V}$,而锗管可取 0.2 V 。恒压降模型等效电路如图 1.2.3 所示。当二极管承受反向电压时,其电流为零,阻抗为无穷大,相当于开关的断开。

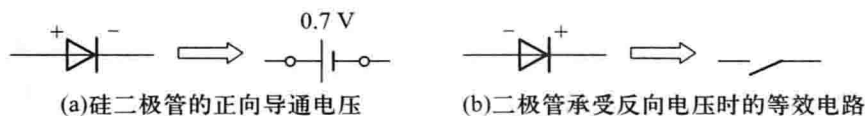


图 1.2.3 恒压降模型等效电路

解:对于图 1.2.1(a),由于 $U_D = -6\text{ V} - (-10)\text{ V} = 4\text{ V}$,二极管承受正向电压,所以二极管是导通的,理想模型: $U_{AO} = -6\text{ V}$;恒压降模型: $U_{AO} = -6.7\text{ V}$ 。

对于图 1.2.1(b),由于 $U_D = 3\text{ V} - 5\text{ V} = -2\text{ V}$,二极管承受反向电压,所以二极管是截止的,理想模型: $U_{AO} = 5\text{ V}$;恒压降模型: $U_{AO} = 5\text{ V}$ 。

1.4 电路如图 1.2.4 所示,二极管为理想二极管, $u_i = 10\sin\omega t\text{ V}$, $E = 6\text{ V}$,试画出图 1.2.4 各电路中 u_o 的波形。

分析方法:本题的目的是当二极管为理想二极管,输入是交流信号时如何判断二极管的工作状态。

由于 u_i 是交流信号,因此二极管的工作状态决定于直流电源与交流电源的幅值。

解:对于图 1.2.4(a),当 $u_i > 6\text{ V}$,二极管 VD 导通, $u_o = E$;当 $u_i < 6\text{ V}$,二极管 VD 截止, $u_o = u_i$, u_o 的波形如图 1.2.5 所示。

对于图 1.2.4(b),当 $u_i > 6\text{ V}$,二极管 VD 截止, $u_o = E$;当 $u_i < 6\text{ V}$,二极管 VD 导通, $u_o = u_i$, u_o 的波形如图 1.2.6 所示。

对于图 1.2.4(c),当 $u_i > 6\text{ V}$,二极管 VD 截止, $u_o = u_i$;当 $u_i < 6\text{ V}$,二极管 VD 导通, $u_o = E$, u_o 的波形如图 1.2.7 所示。

对于图 1.2.4(d),当 $u_i > 6\text{ V}$,二极管 VD 导通, $u_o = u_i$;当 $u_i < 6\text{ V}$,二极管 VD 截止, $u_o = E$, u_o 的波形如图 1.2.8 所示。

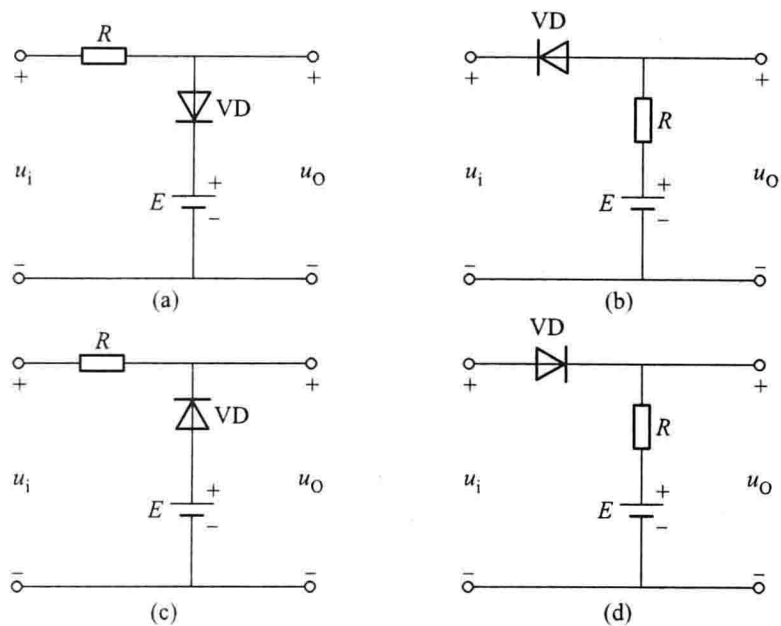
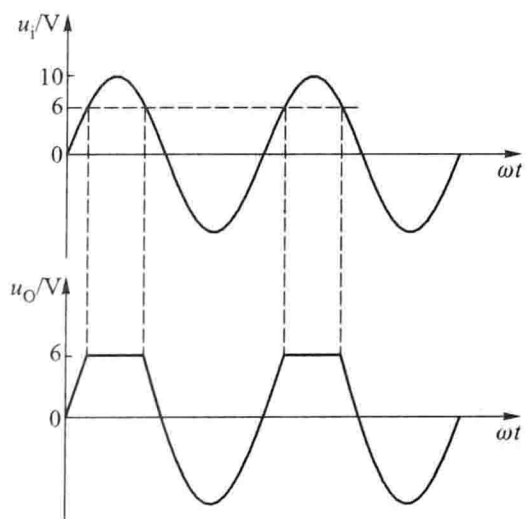
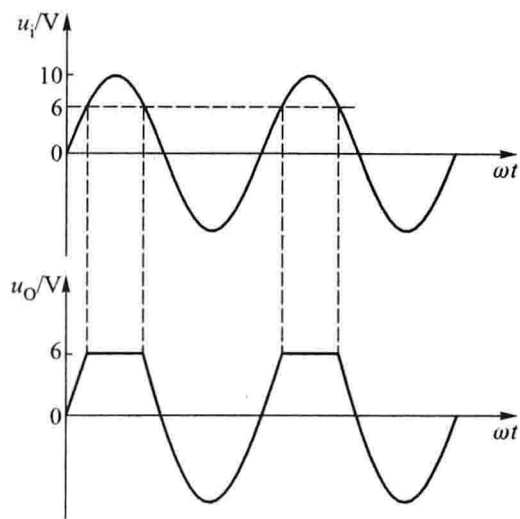
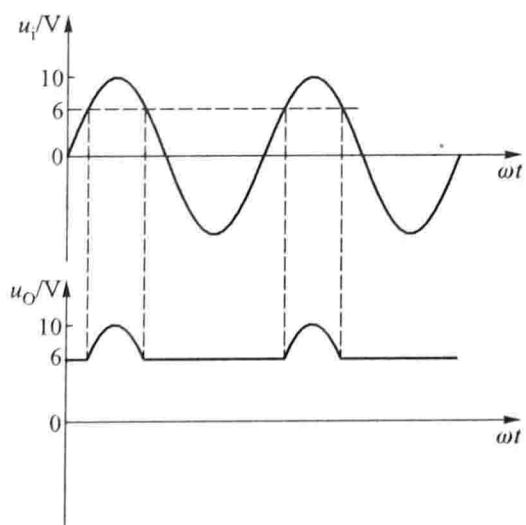
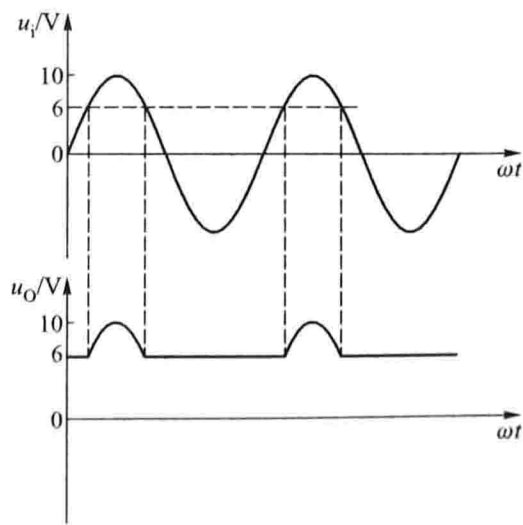


图 1.2.4 题 1.4 图

图 1.2.5 图 1.2.4(a)中 u_o 的波形图 1.2.6 图 1.2.4(b)中 u_o 的波形图 1.2.7 图 1.2.4(c)中 u_o 的波形图 1.2.8 图 1.2.4(d)中 u_o 的波形

1.6 电路如图 1.2.9 所示,二极管为理想二极管,求下列几种情况下输出端的电位 U_F :(1) $U_A = 5\text{ V}$, $U_B = 5\text{ V}$; (2) $U_A = 5\text{ V}$, $U_B = 0\text{ V}$; (3) $U_A = 0\text{ V}$, $U_B = 0\text{ V}$ 。

分析方法:本题的目的是当二极管为理想二极管,如果电路中出现两个以上二极管承受大小不相等的正向电压时,应如何分析二极管的工作状态。

在判断的过程中,如果电路中出现两个以上二极管承受大小不相等的正向电压,则应判定承受正向电压较大者优先导通,其两端电压为导通电压降,然后再判断其余二极管所处的状态。

解:(1) 二极管 VD_1 、 VD_2 均导通, $U_F = 5\text{ V}$;

(2) 二极管 VD_2 先导通, $U_F = 0\text{ V}$, VD_1 截止;

(3) 二极管 VD_1 、 VD_2 均导通, $U_F = 0\text{ V}$ 。

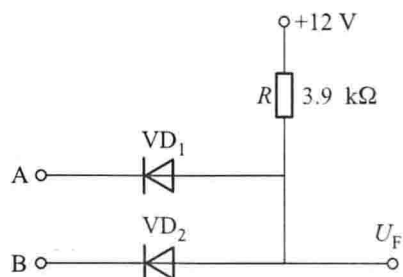


图 1.2.9 题 1.6 图

1.8 电路如图 1.2.10 所示,已知 $R = 3\text{ k}\Omega$,稳压管 VD_{Z1} 的稳定电压值 $U_{Z1} = 9\text{ V}$,稳压管 VD_{Z2} 的稳定电压值 $U_{Z2} = 6\text{ V}$,它们的正向压降均为 0.5 V ,试求各电路 A、O 两端的电压 U_{AO} 。

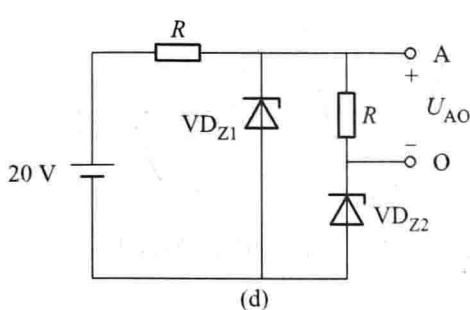
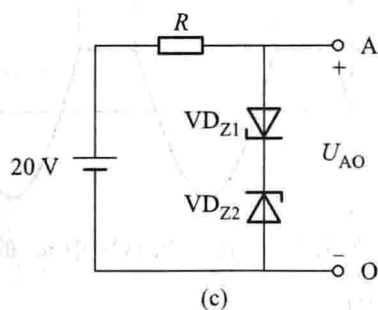
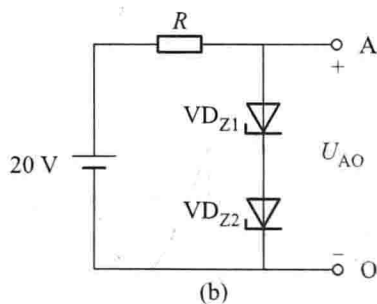
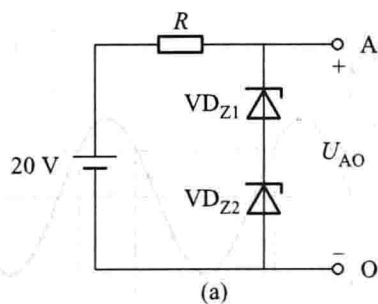


图 1.2.10 题 1.8 图

分析方法:本题的目的是判断稳压管的工作状态。

对稳压管的分析,类似于对二极管的分析,即先假设稳压管断开,然后求稳压管两端的电压,以判断稳压管两端的反相电压是否大于击穿电压,若大于击穿电压,则稳压管工作在稳压状态。若稳压管工作在正偏或反偏但不是击穿状态时,则其特性与普通二极管的特性相似。

解:图 1.2.10(a)中,两稳压管均工作在稳压状态, $U_{AO} = 6\text{ V} + 9\text{ V} = 15\text{ V}$;

图 1.2.10(b)中,两稳压管均工作在正偏状态, $U_{AO} = 0.5\text{ V} + 0.5\text{ V} = 1\text{ V}$;

图 1.2.10(c)中,稳压管 VD_{Z1} 工作在正偏状态,稳压管 VD_{Z2} 工作在稳压状态, $U_{AO} = 0.5\text{ V} + 6\text{ V} = 6.5\text{ V}$;

图 1.2.10(d)中,两稳压管均工作在稳压状态, $U_{AO} = 9\text{ V} - 6\text{ V} = 3\text{ V}$ 。

1.3 习题及解答

1.2 电路如图 1.3.1 所示,二极管为理想二极管。(1) 试判断各图中二极管是导通还是截止。(2) 计算 A、O 两端的电压 U_{AO} 。

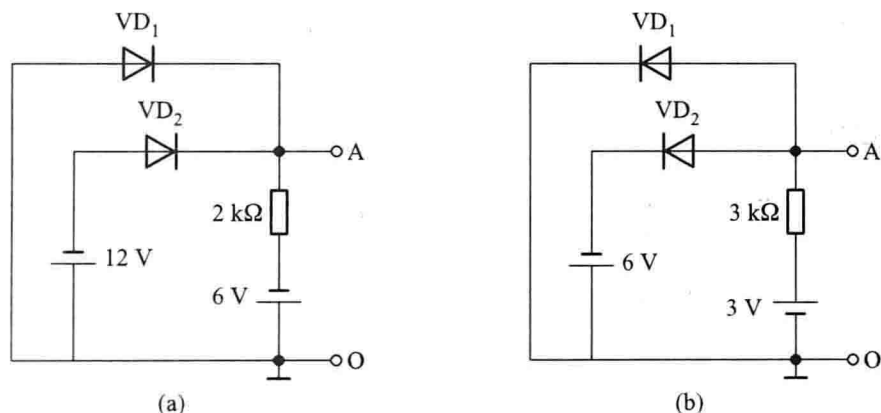


图 1.3.1 题 1.2 图

解:对于图 1.3.1(a), $U_{D1} = 0\text{ V} - (-6)\text{ V} = 6\text{ V}$, $U_{D2} = -12\text{ V} - (-6)\text{ V} = -6\text{ V}$, 二极管 VD_1 导通, VD_2 截止, $U_{AO} = 0\text{ V}$;

对于图 1.3.1(b), $U_{D1} = 3\text{ V} - 0\text{ V} = 3\text{ V}$, $U_{D2} = 3\text{ V} - (-6)\text{ V} = 9\text{ V}$, 二极管 VD_2 优先导通, $U_{AO} = -6\text{ V}$, VD_1 截止。

1.3 电路如图 1.3.2 所示,试分别估算两电路流过二极管的电流和 A 点电位(设二极管为理想二极管)。

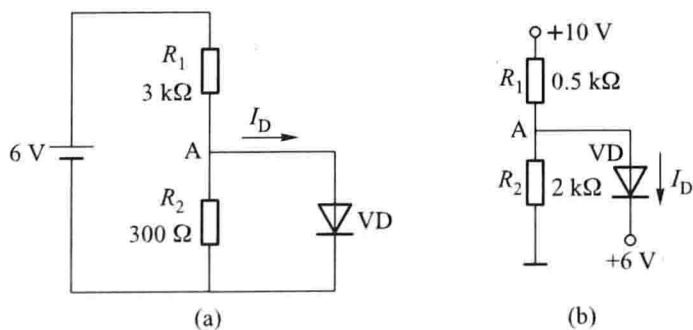


图 1.3.2 题 1.3 图

解:对于图 1.3.2(a), 二极管 VD 导通, $U_A = U_D = 0\text{ V}$, $I_D = \frac{6}{3}\text{ mA} = 2\text{ mA}$;

对于图 1.3.2(b), 二极管 VD 导通, $U_D = 0\text{ V}$, $U_A = 6\text{ V}$, $I_D = \frac{10-6}{0.5}\text{ mA} - \frac{6}{2}\text{ mA} = 5\text{ mA}$ 。

1.5 电路如图 1.3.3 所示,已知 $u_i = 5\sin \omega t\text{ V}$, 二极管导通电压 $U_D = 0.7\text{ V}$ 。试画出 u_i 与 u_o 的波形,并标出幅值。

解:当 $u_i > 3.7\text{ V}$, 二极管 VD_1 导通, $u_o = (3 + 0.7)\text{ V} = 3.7\text{ V}$; 当 $u_i < -3.7\text{ V}$, 二极管 VD_2

导通, $u_o = -3\text{ V} - 0.7\text{ V} = -3.7\text{ V}$; 当 $-3.7\text{ V} < u_i < 3.7\text{ V}$ 时, $u_o = u_i$ 。 u_i 与 u_o 的波形如图 1.3.4 所示。

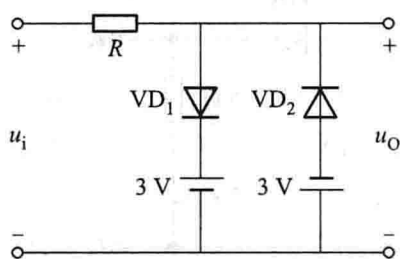
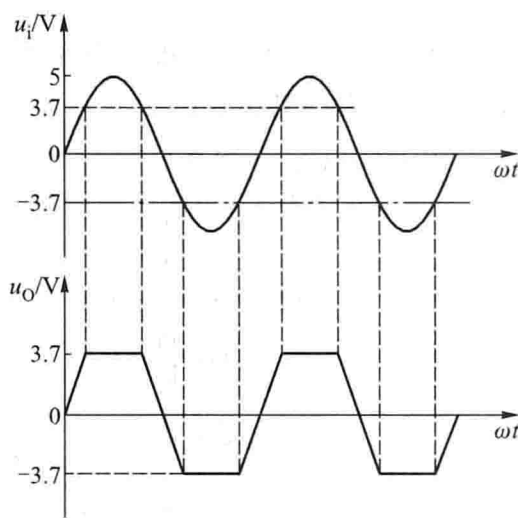


图 1.3.3 题 1.5 图

图 1.3.4 u_i 与 u_o 的波形

1.7 电路如图 1.3.5 所示, 已知 $R_A = R_B = 2\text{ k}\Omega$, $R = 5\text{ k}\Omega$, 二极管为理想二极管, 求下列几种情况下输出端电位 U_F 及各支路电流: (1) $U_A = 6\text{ V}$, $U_B = 6\text{ V}$; (2) $U_A = 6\text{ V}$, $U_B = 0\text{ V}$; (3) $U_A = 6\text{ V}$, $U_B = 5.8\text{ V}$; (4) $U_A = 6\text{ V}$, $U_B = 3\text{ V}$ 。

解: (1) VD_1 、 VD_2 均导通, $U_F = \frac{5}{1+5} \times 6\text{ V} = 5\text{ V}$, $I_R = \frac{U_F}{R} = \frac{5}{5}\text{ mA} = 1\text{ mA}$,

$$I_A = I_B = \frac{1}{2} I_R = 0.5\text{ mA}$$

(2) VD_1 导通, VD_2 截止, $U_F = \frac{5}{2+5} \times 6\text{ V} = 4.29\text{ V}$,

$$I_R = I_A = \frac{U_F}{R} = \frac{4.29}{5}\text{ mA} = 0.86\text{ mA}, I_B = 0\text{ mA}$$

(3) VD_1 导通, $U_F = \frac{5}{2+5} \times 6\text{ V} = 4.29\text{ V}$, 所以 VD_2 也导通, 于是有

$$\frac{U_A - U_F}{R_A} + \frac{U_B - U_F}{R_B} = \frac{U_F}{R}, \quad \frac{6 - U_F}{2} + \frac{5.8 - U_F}{2} = \frac{U_F}{5}$$

$$U_F = 4.92\text{ V}, \quad I_A = \frac{U_A - U_F}{R_A} = \frac{6 - 4.92}{2}\text{ mA} = 0.54\text{ mA}$$

$$I_B = \frac{U_B - U_F}{R_B} = \frac{5.8 - 4.92}{2}\text{ mA} = 0.44\text{ mA}, \quad I_R = I_B + I_A = (0.44 + 0.54)\text{ mA} = 0.98\text{ mA}$$

(4) VD_1 导通, $U_F = \frac{5}{2+5} \times 6\text{ V} = 4.29\text{ V}$, VD_2 截止, $I_R = I_A = \frac{U_F}{R} = \frac{4.29}{5}\text{ mA} = 0.86\text{ mA}$, $I_B = 0\text{ mA}$ 。

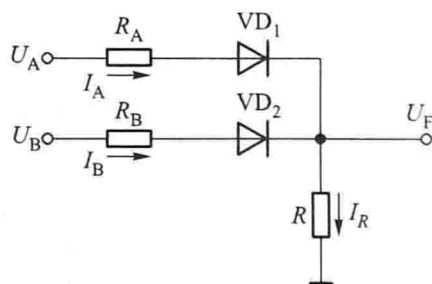


图 1.3.5 题 1.7 图

1.4 自测题及解答

一、判断下列说法是否正确,正确的在括号中画“√”,否则画“×”。

1. 因为P型半导体的多子是空穴,所以它带正电。()
2. 在半导体材料中,本征半导体的自由电子浓度大于空穴的浓度。()
3. PN结在外加反向电压增大时,耗尽层的宽度将减小。()
4. PN结在无光照、无外加电压时,结电流为零。()

二、选择正确答案填入空内。

1. PN结在外加正向电压时,其载流子的运动中,扩散_____漂移。

- A. 大于 B. 小于 C. 等于

2. 稳压管的稳压区是其工作在_____区。

- A. 正向导通 B. 反向截止 C. 反向击穿

3. 二极管的正向电阻_____反向电阻。

- A. 大于 B. 小于 C. 等于

4. 设二极管的端电压为 U ,则二极管的电流方程是_____。

- A. $I_S e^U$ B. $I_S e^{U/U_T}$ C. $I_S (e^{U/U_T} - 1)$

三、填空题

两个电路如图 C1.1 所示,二极管是理想二极管,以 O 为参考点。

(1) 对图 C1.1(a),试判断图中二极管_____ (导通还是截止);

(2) 对图 C1.1(b),试判断图中二极管_____ (导通还是截止)。

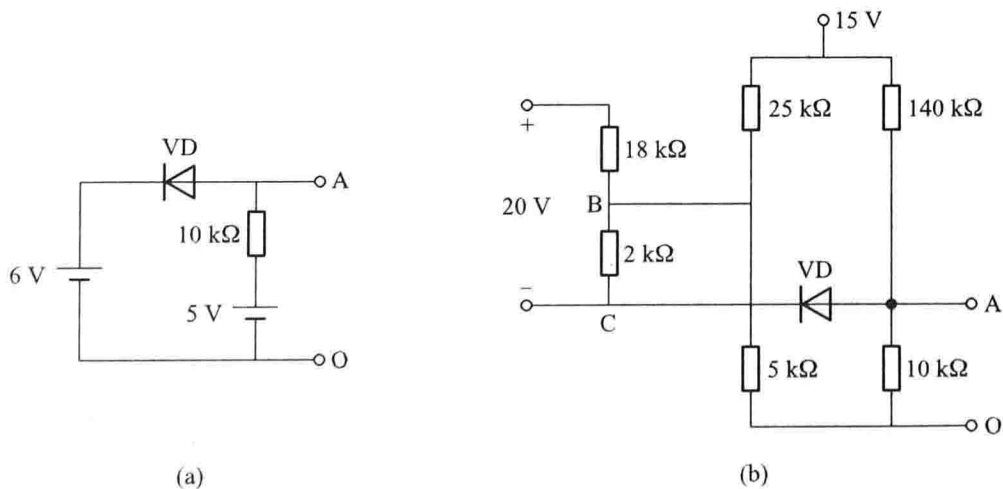


图 C1.1

四、电路如图 C1.2 所示,二极管为理想二极管, $u_i = 10\sin \omega t$ V, $E = 4.5$ V,试画出 u_o 的波形。

五、电路如图 C1.3 所示,已知 $R_1 = R_3 = 200 \Omega$, $R_2 = R_4 = 300 \Omega$,二极管为理想二极管,求流过二极管的电流。

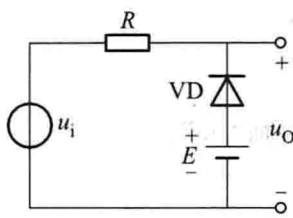


图 C1.2

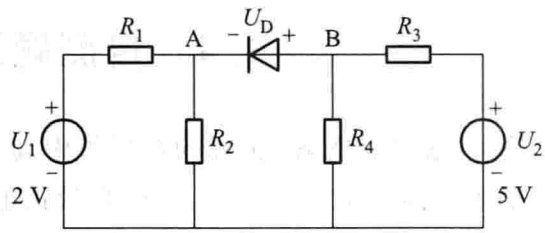


图 C1.3

自测题参考答案:

一、1. \times ; 2. \times ; 3. \times ; 4. \checkmark

二、1. A; 2. C; 3. B; 4. C

三、(1) 对图 C1.1(a), 二极管截止;

(2) 对图 C1.1(b), 将二极管断开, 以 O 为参考点, 则有

$$U_A = \frac{10}{140+10} \times 15 \text{ V} = 1 \text{ V}, U_C = U_B - U_{BC} = \frac{5}{25+5} \times 15 \text{ V} - \frac{2}{18+2} \times 20 \text{ V} = 0.5 \text{ V}$$

则二极管导通。

四、当 $u_i > 4.5 \text{ V}$, 二极管 VD 截止, $u_o = u_i$; 当 $u_i < 4.5 \text{ V}$, 二极管 VD 导通, $u_o = E$ 。 u_o 的波形如图 C1.4 所示。

五、此题可用戴维宁定理, 分别求出 A、B 点的开路电压和入端电阻为

$$U_{K1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_1 = \frac{300}{200 + 300} \times 2 \text{ V} = 1.2 \text{ V}$$

$$U_{K2} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} U_2 = \frac{300}{200 + 300} \times 5 \text{ V} = 3 \text{ V}$$

$$R = R_1 // R_2 = 120 \Omega$$

等效电路如图 C1.5 所示, 二极管导通, 流过二极管的电流为

$$I = \frac{3 - 1.2}{120 + 120} \text{ A} = 7.5 \text{ mA}$$

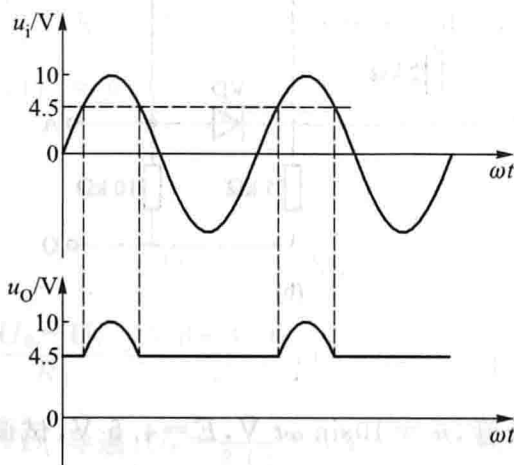
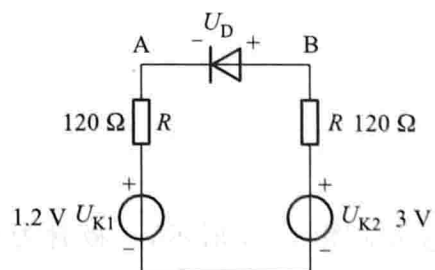
图 C1.4 u_o 的波形

图 C1.5 等效电路

第2章 基本放大电路

2.1 教学基本要求

2.1.1 基本要求

1. 理解双极型三极管的结构及工作原理,掌握双极型三极管的输入特性、输出特性及主要参数。
2. 掌握双极型三极管类型和工作状态的判断,掌握温度对三极管参数的影响,了解特殊三极管。
3. 了解基本放大电路的组成;理解输入电阻和输出电阻的概念。
4. 掌握放大电路的静态与动态、直流通路与交流通路的概念。
5. 理解双极型三极管放大电路三种组态的基本结构和工作原理、设置静态工作点的意义及简化小信号模型。
6. 掌握双极型三极管放大电路静态工作点的分析方法以及电压放大倍数、源电压放大倍数、输入电阻和输出电阻等的分析方法。
7. 了解多级放大电路的耦合方式。
8. 掌握多级放大电路的静态及动态分析。

2.1.2 重点和难点

1. 本章重点

- (1) 双极型三极管的结构及工作原理,三极管类型和三种工作状态的判断。
- (2) 放大电路的组成原则;放大电路性能指标的物理意义。
- (3) 静态工作点的确定。
- (4) 微变等效电路法。
- (5) 共射基本放大电路静态工作点的确定和动态参数的估算。
- (6) 射极输出器的特点。
- (7) 射极输出器静态工作点的确定以及输入电阻、输出电阻和电压放大倍数的求解。
- (8) 阻容耦合与直接耦合多级放大电路的静态及动态分析。

2. 本章难点

- (1) 三极管的放大原理。
- (2) 三极管的小信号模型中各量的物理意义。
- (3) 放大电路的参数的物理意义。

2.2 典型题型精解

2.2 现测得三极管两个电极的电流如图 2.2.1 所示, (1) 判断各三极管是 NPN 型管还是 PNP 型管, 并标出 b、c、e 三个极; (2) 求电流放大系数。

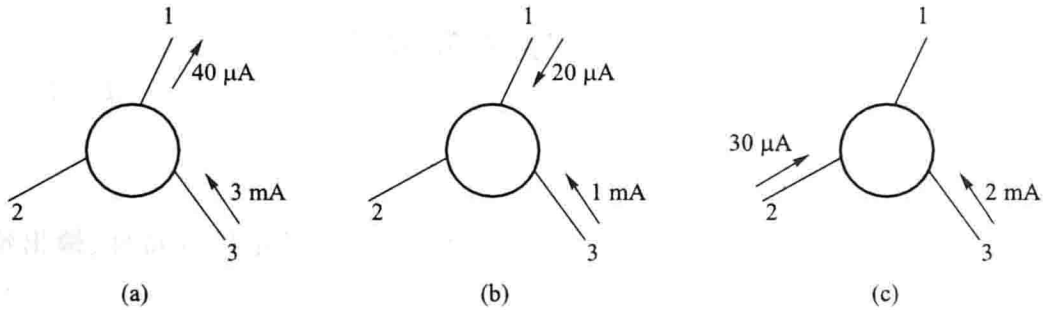
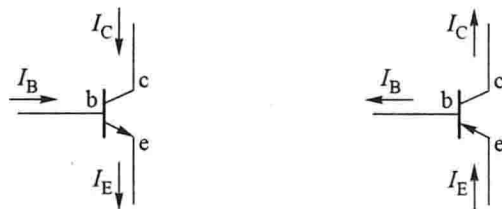


图 2.2.1 题 2.2 图

分析方法: 本题的目的是通过三极管的电流方向判断三极管是 NPN 型还是 PNP 型, 并通过各极电流关系找出三个极, 从而求出电流放大系数。

三极管就其结构分为 NPN 型和 PNP 型两种类型, 两种不同类型的三极管的电流方向如图 2.2.2 所示, 图 2.2.2(a) 为 NPN 型三极管的电流方向, 图 2.2.2(b) 为 PNP 型三极管的电流方向。



(a) NPN 型三极管的电流方向 (b) PNP 型三极管的电流方向

图 2.2.2 三极管的电流方向

各极电流关系为:

集电极电流 I_C 和发射极电流 I_E 远远大于基极电流 I_B , 即 $I_E > I_C > I_B$

同时满足

$$I_E = I_B + I_C$$

解: 由图 2.2.1(a) 可知, 1 脚电流 $I_1 = 40 \mu\text{A}$, 远小于 3 脚电流 I_3 , 从中可知, 1 脚是基极 b, 同时电流方向向外, 可确定出该管是 PNP 型三极管。对 PNP 型三极管, 发射极电流 I_E 电流方向向里, 集电极电流 I_C 电流方向向外, 可判断出 2 脚是集电极 c, 3 脚是发射极 e。 $I_B = 40 \mu\text{A}$, $I_C = 3 \text{ mA} - 0.04 \text{ mA} = 2.96 \text{ mA}$, $\beta = \frac{2.96 \text{ mA}}{0.04 \text{ mA}} = 74$ 。

由图 2.2.1(b) 可知, 1 脚电流 $I_1 = 20 \mu\text{A}$, 远小于 3 脚电流 I_3 , 从中可知, 1 脚是基极 b, 同时电流方向向里, 可确定出该管是 NPN 型三极管。对 NPN 型三极管, 发射极电流 I_E 电流方向向外, 集电极电流 I_C 电流方向向里, 可判断出 3 脚是集电极 c, 2 脚是发射极 e。 $I_B = 20 \mu\text{A}$, $I_C = 1 \text{ mA}$,

$$\beta = \frac{1 \text{ mA}}{0.02 \text{ mA}} = 50。$$

由图 2.2.1(c)可知,2 脚电流 $I_2 = 30 \mu\text{A}$,远小于 3 脚电流 I_3 ,从中可知,2 脚是基极 b,同时电流方向向里,可确定出该管是 NPN 型三极管。对 NPN 型三极管,发射极电流 I_E 电流方向向外,集电极电流 I_C 电流方向向里,可判断出 3 脚是集电极 c,1 脚是发射极 e。 $I_B = 30 \mu\text{A}$, $I_C = 2 \text{ mA}$, $\beta = \frac{2 \text{ mA}}{0.03 \text{ mA}} \approx 67。$

2.4 测得某电路中几个三极管各极的电位如图 2.2.3 所示,试判断各三极管分别工作在什么区?

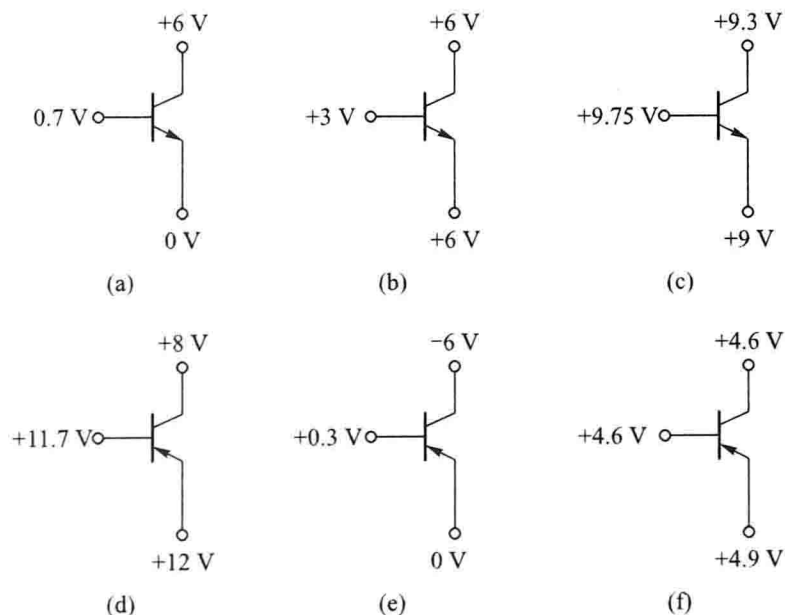


图 2.2.3 题 2.4 图

分析方法:本题的目的是练习根据各极电位判断三极管的工作状态,深入理解三极管的截止区、放大区和饱和区的特点。

三极管工作在放大状态时,发射结正向偏置,集电结反向偏置;三极管工作在截止状态时,发射极反向偏置,集电结也反向偏置;三极管工作在饱和状态时,发射结正向偏置,集电结正向偏置。

因此,对 NPN 型三极管:

当 $U_{BE} < \text{死区电压}$,三极管截止。

当 $U_{BE} > \text{死区电压}$, $U_{CE} \geq U_{BE}$,三极管处于放大状态。

当 $U_{BE} > \text{死区电压}$, $U_{CE} < U_{BE}$,三极管处于饱和状态。

对 PNP 型三极管:

当 $U_{BE} > \text{死区电压}$,三极管截止。

当 $U_{BE} < \text{死区电压}$, $U_{CE} \leq U_{BE}$,三极管处于放大状态。

当 $U_{BE} < \text{死区电压}$, $U_{CE} > U_{BE}$,三极管处于饱和状态。

解:由以上分析可判断出:图 2.2.3(a)所示三极管工作在放大区;图 2.2.3(b)所示三极管工