



快乐大本·优秀教材辅导
KUAILE DABEN
YOUXIUJIAOCAIFUDAO

电子技术 习题精解精练

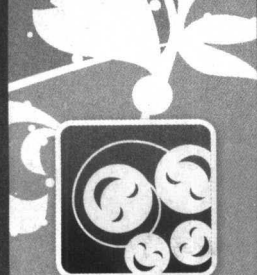
(配罗守信(电工学Ⅱ)第三版教材·高教版)

主 编 李建军 齐怀琴 丁 龙

- 课后习题 精析 精解
- 同步训练 勤学 勤练

XITI
JINGJIEJINGLIAN

哈尔滨工程大学出版社



快乐大本·优秀教材辅导
KUAILE DABEN
YOUXIUJIAOCAIFUDAO

TM1
22=3A

2007

电子技术 习题精解精练

(配罗守信(电工学Ⅱ)第三版教材·高教版)

主 编 李建军 齐怀琴 丁 龙

XITI
JINGJIEJINGLIAN

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是配合罗守信主编的《电工学Ⅱ 电子技术》(第三版)教材而编写的辅导书。本书按教材的章节顺序编排,每章包括书后习题解析和同步训练题及答案两部分内容,旨在帮助学生熟练掌握解题的基本方法和技巧,巩固所学的知识、开阔视野。

本书可作为高等学校学生学习电子技术的辅导书,也可供教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术习题精解精练/李建军,齐怀琴,丁龙主编.
哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2007.4
ISBN 978-7-81073-978-8

I.电… II.①李…②齐…③丁… 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(2007)第 048076 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 7.25
字 数 147 千字
版 次 2007 年 4 月第 1 版
印 次 2007 年 4 月第 1 次印刷
定 价 10.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

本书是为浙江大学罗守信主编的《电工学Ⅱ 电子技术》(第三版)编写的配套学习辅导书。

《电工学Ⅱ 电子技术》(第三版)1987年荣获全国优秀教材二等奖。由于本课程内容多、概念性强,对问题分析又常采用近似方法,这给初学者带来很大困难。为帮助读者提高分析问题、解决问题的能力,我们编写了这本学习辅导书。

为便于读者学习,本书在章节编排顺序上与教材完全相同,本书各章节内容主要包括以下两部分内容。

1. 书后习题解析。为方便学生自学,教材各章后面的习题均有简要分析解答。帮助学生理清思路、抓住重点,更好地掌握电子线路的基本概念、基本原理和基本分析方法。

2. 同步训练题。选择典型的,与教材互补的同步训练题进行分析解答。通过这部分学习,掌握解题要领,巩固基本概念,做到举一反三,增强分析问题、解决问题的能力。

本书由李建军、齐怀琴、丁龙编写。第8章至第11章由齐怀琴编写,第12章由丁龙编写,第13章由李建军编写。

在此,我对哈尔滨工程大学出版社同志表示衷心感谢。同时,对书中存在的错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007年3月

目 录

第 8 章 晶体二极管及其应用	1
书后习题解析	1
同步训练题	5
同步训练题答案	7
第 9 章 晶体三极管及其放大电路	10
书后习题解析	10
同步训练题	30
同步训练题答案	33
第 10 章 集成运算放大器及其应用	40
书后习题解析	40
同步训练题	51
同步训练题答案	55
第 11 章 正弦波振荡电路	59
书后习题解析	59
同步训练题	62
同步训练题答案	65
第 12 章 直流稳压电源与晶闸管及其应用	68
书后习题解析	68
同步训练题	72
同步训练题答案	75
第 13 章 数字电路	77
书后习题解析	77
同步训练题	96
同步训练题答案	101

第 8 章 晶体二极管及其应用

书后习题解析

8-1 试求图 8-1(a) 与(b) 所示电路的输出电压 U_o , 设二极管的正向压降为 0.7 V 。

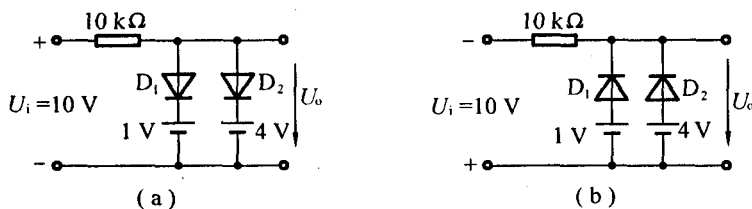


图 8-1

解 图 8-1(a) 的 D_1 和 D_2 为共阳接法, 而 D_1 的阴极接 1 V 的电压, D_2 的阴极接 4 V 的电压, 所以 D_1 优先导通, 而使 D_2 截止。所以

$$U_o = U_{D_1} + 1 = (0.7 + 1)\text{ V} = 1.7\text{ V}$$

图 8-1(b) 的 D_1 和 D_2 为共阴接法, 而 D_1 的阳极接 1 V 的电压, D_2 的阳极接 4 V 的电压, 所以 D_2 优先导通, 而使 D_1 截止。所以

$$U_o = 4 - U_{D_2} = (4 - 0.7)\text{ V} = 3.3\text{ V}$$

8-2 图 8-2 所示电路, 设二极管的正向压降为 0.7 V , 在下列几种情况下, 试求 U_o 、 I_1 、 I_2 与 I : (1) $U_A = 10\text{ V}$, $U_B = 0\text{ V}$; (2) $U_A = U_B = 5\text{ V}$ 。

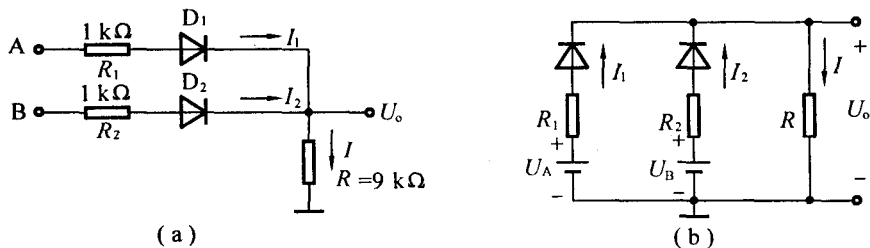


图 8-2

解 (1) 当 $U_A = 10\text{ V}$, $U_B = 0\text{ V}$ 时, 由于 D_1 、 D_2 为共阴接法, 所以 D_1 优先导通, 使 D_2 截止

$$U_o = \frac{U_A - U_o}{R_1 + R} \cdot R \approx (10 - 0.7) \times \frac{9}{10}\text{ V} = 8.37\text{ V}$$

$$I_1 = I = \frac{U_o}{R} = \frac{8.37}{9}\text{ mA} \approx 0.93\text{ mA}, \quad I_2 = 0$$

(2) 当 $U_A = U_B = 5 \text{ V}$ 时, 因两管都处于正向偏置下, 所以两管都导通。由此可将图 8-2(a) 等效成图 8-2(b), 由图 8-2(b) 并用节点电压法

$$U_o = \frac{\frac{U_A}{R_1} + \frac{U_B}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R}} = \frac{\frac{5}{1} + \frac{5}{1}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{9}} \text{ V} = 4.74 \text{ V}$$

$$I = \frac{U_o}{R} = \frac{4.74}{9} \text{ mA} = 0.53 \text{ mA}$$

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = \frac{0.53}{2} \text{ mA} = 0.25 \text{ mA}$$

8-3 试判断图 8-3 所示电路中, 当 $U_i = 3 \text{ V}$ 时哪些二极管导通? 当 $U_i = 0 \text{ V}$ 时哪些二极管导通? 设二极管正向压降为 0.7 V 。

解 当 $U_i = 3 \text{ V}$ 时, 由电路可知, A 点电位 $U_A = U_{D_2} + U_{D_3} + U_{D_4} = 2.1 \text{ V}$, 所以使 D_1 截止, D_2 、 D_3 、 D_4 导通。

当 $U_i = 0 \text{ V}$ 时, D_1 优先导通, 使 $U_A = 0.7 \text{ V}$, 所以使 D_2 、 D_3 、 D_4 截止。

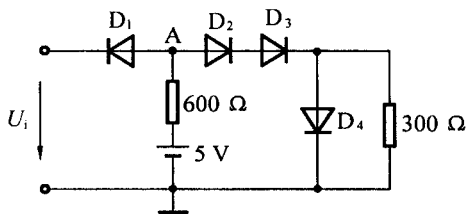


图 8-3

8-4 试计算图 8-4 所示电路中电流 I_1 、 I_2 的值。忽略二极管的正向压降和正向电阻。

解 由电路可知, D_1 、 D_2 为共阳接法, 所以设 D_1 、 D_2 从电路中断开, 于是得出电路如图 8-5 所示。可知 $U_{ac} = 12 + 3 = 15 \text{ V}$, $U_{ad} = 12 \text{ V}$, 而 $U_{ac} > U_{ad}$, 所以当把 D_1 、 D_2 再接入时, D_1 优先导通, 从而使 $U_a = -3 \text{ V}$, 使 D_2 截止。所以

$$I_1 = \frac{12 + 3}{3} \text{ mA} = 5 \text{ mA}, \quad I_2 = 0 \text{ mA}$$

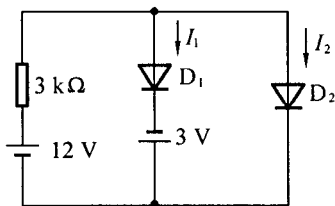


图 8-4

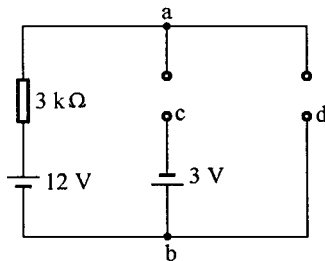


图 8-5

8-5 图 8-6(a)、图 8-7(a) 所示为削波电路, 如已知输入电压 u_i 为图 8-6(b)、图 8-7(b) 所示的正弦波时, 试画出输出电压 u_o 的波形。忽略二极管的正向压降和正向电阻。

解 图 8-6(a)(1) u_i 正半周, 且 $u_i < 6 \text{ V}$ 时, D 的阳极经 $10 \text{ k}\Omega$ 接 u_i , 阴极接 6 V 电压, 此时 D 反向偏置, 可视为开路。此时, $u_o = u_i$, 输出 Oa 段和 bc 段上的波形与输入电压 u_i 波形一致。

(2) 当 u_i 正半周, 且 $u_i \geq 6 \text{ V}$ 时, D 正向偏置, 可视为短路, 输出电压在 ab 段上, $u_o = 6 \text{ V}$,

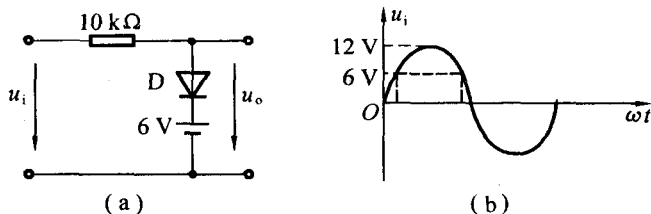


图 8-6

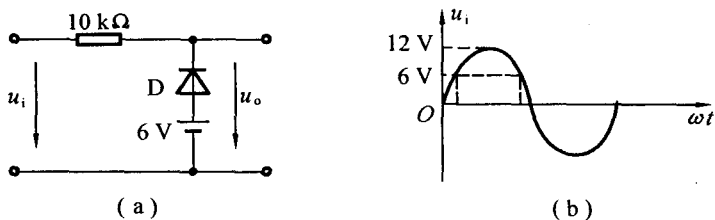


图 8-7

平行于横轴的直线。

(3) 当 u_i 负半周时, D 反向偏置, 可视为开路。此时, $u_o = u_i$, 即 u_i 在负半周时 u_o 的波形与 u_i 的波形一致, 见图 8-8。

图 8-7(a)(1) 当 u_i 正半周时, 且 $u_i < 6\text{ V}$ 时, D 的阳极接 6 V 电压, 阴极经 $10\text{ k}\Omega$ 接 u_i 。因为 $u_i < 6\text{ V}$, D 正向导通, 可视为短路。此时 $u_o = 6\text{ V}$, 输出电压在 ba 段和 bc 段上是 $u_o = 6\text{ V}$ 。

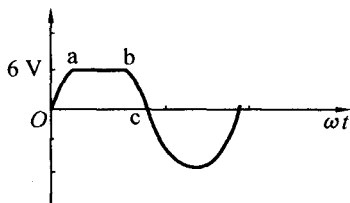


图 8-8

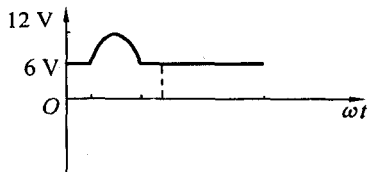


图 8-9

(2) 当 u_i 正半周时, 且 $u_i \geq 6\text{ V}$, D 反向偏置, 可视为开路, 输出电压在 ab 段上 $u_o = u_i$ 。

(3) 当 u_i 为负半周时, D 正向导通, 可视为短路, 此时 $u_o = 6\text{ V}$, 见图 8-9。

8-6 在图 8-10 所示各电路中, 已知稳压管 D_1 的稳压值为 6 V , D_2 的稳压值为 10 V 。试分别计算各电路的输出电压 U_o 。稳压管正向压降以 0.7 V 计算。

解 因为稳压管工作在反向击穿特性上, 所以反向偏置时, 稳压管两端电压为其稳压值, 正向偏置时, 稳压管两端电压为其正向压降值。

(a) D_1 、 D_2 均为反向接法, 所以 $U_o = (6 + 10)\text{ V} = 16\text{ V}$;

(b) D_1 反向接法, D_2 正向接法, 所以 $U_o = (6 + 0.7)\text{ V} = 6.7\text{ V}$;

(c) D_1 、 D_2 均为正向接法, 所以 $U_o = (0.7 + 0.7)\text{ V} = 1.4\text{ V}$;

(d) D_1 、 D_2 均为反向接法, 且并联, D_1 先击穿稳压 6 V , 而 D_2 不能击穿, 所以 $U_o = 6\text{ V}$;

(e) D_1 反向接法, D_2 正向接法, 所以 D_2 先导通, 而且 D_1 不能击穿稳压, 所以 $U_o = 0.7\text{ V}$;

(f) D_1 、 D_2 均正向接法, 且并联, 所以 $U_o = 0.7 \text{ V}$ 。

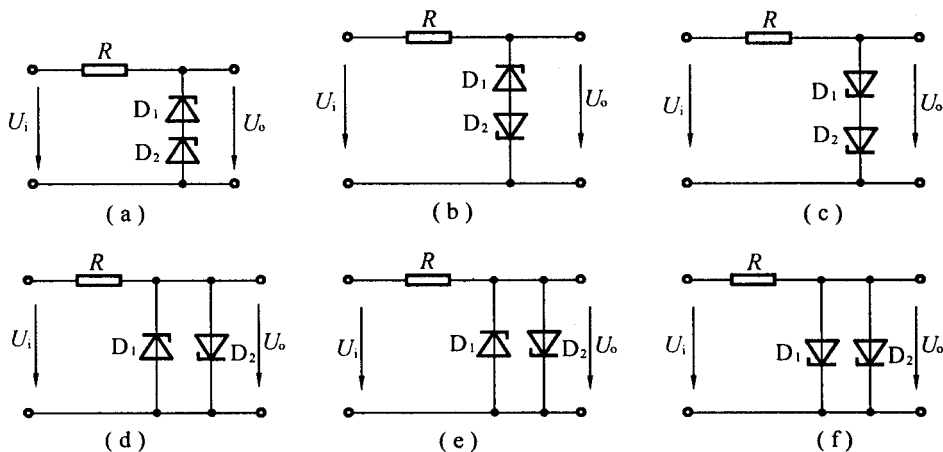


图 8-10

8-7 图 8-11(a) 所示电路中, 稳压管 D_2 的 $U_Z = 6 \text{ V}$, 当输入电压 u_i 为图 8-11(b) 的正弦波时, 试画出输出电压 u_o 的波形。设二极管 D_1 为理想元件。

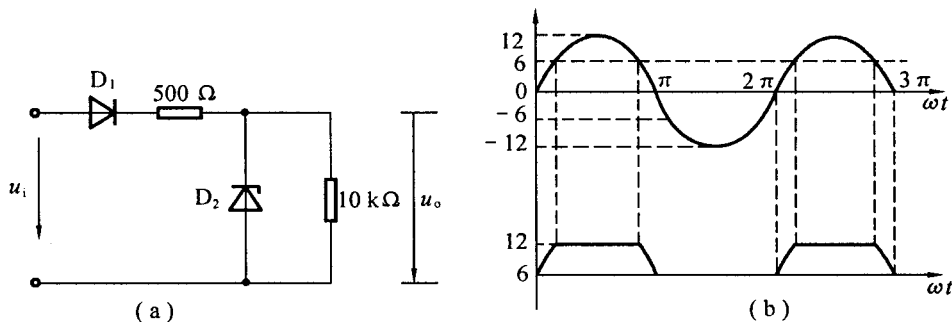


图 8-11

解 (1) 当 u_i 正半周时, 且 $u_i \leq 6 \text{ V}$ 时, D_1 导通可视为短路, D_2 不能击穿, 所以不工作; 当 $u_i > 6 \text{ V}$ 后, D_2 击穿, $U_o = 6 \text{ V}$ 。

(2) u_i 负半周时, D_1 截止可视为断路; D_2 两端无电压, $u_o = 0$ 。

8-8 图 8-12 所示电路中输入电压 $U_i = 25 \text{ V}$, 稳压管 D 的 $U_Z = 10 \text{ V}$, $I_{ZM} = 23 \text{ mA}$, 试求通过稳压管的电流 I_Z 是否超过 I_{ZM} , 如果超过, 则怎样才能使其不超过。

解 如图 8-12 所示 $I_1 = I_2 + I_Z$

$$I_2 = \frac{10}{500} \text{ A} = 0.02 \text{ A} = 20 \text{ mA}$$

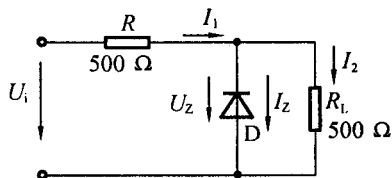


图 8-12

$$I_1 = \frac{25 - 10}{500} \text{ A} = 0.03 \text{ A} = 30 \text{ mA}$$

所以

$$I_Z = I_1 - I_2 = (30 - 20) \text{ mA} = 10 \text{ mA}$$

$I_Z < I_{ZM}$ 可以正常工作, 如果 $I_Z > I_{ZM}$, 可提高限流电阻 R 的阻值, 使 I_1 降低。

同步训练题

1. 在图 8-13 所示电路中, 试求下列几种情况下输出端 Y 的电位 V_Y 及各元件 (R 、 D_A 、 D_B) 中通过的电流, 二极管的正向压降忽略不计。

(1) $U_A = U_B = 0 \text{ V}$; (2) $U_A = 3 \text{ V}$, $U_B = 0 \text{ V}$; (3) $U_A = U_B = 3 \text{ V}$ 。

2. 在测二极管正向电阻时, 常发现用不同的欧姆挡测出的电阻值不同, 用 $R \times 10$ 挡测出的阻值小, 用 $R \times 100$ 挡测出的阻值大, 这是为什么?

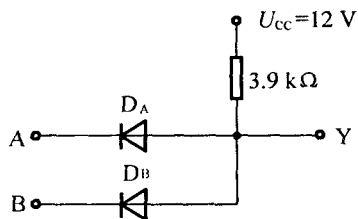


图 8-13

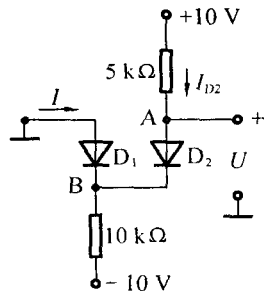


图 8-14

3. 理想二极管电路如图 8-14 所示, 试确定图中的电流 I 及 U 的大小。

4. 判断图 8-15 所示电路中, 哪个电流表的读数大? 哪个电流表的读数小? 为什么? (D_1 为硅管, D_2 为锗管)。

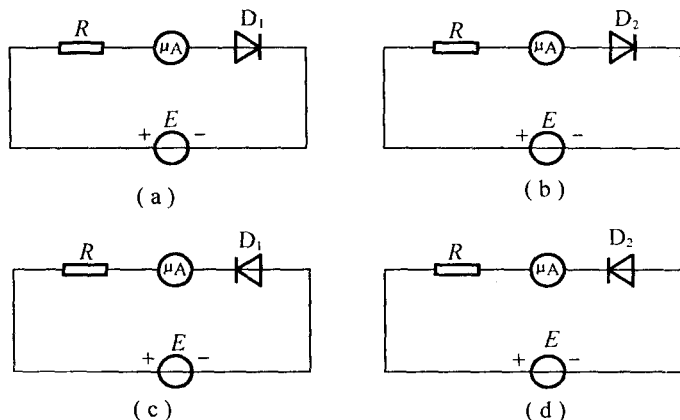


图 8-15

5. 在图 8-16(a) 中, D_1 、 D_2 为理想二极管, 图 8-16(b) 是输入电压 u_i 的波形。试画出对应于 u_i 的输出电压 u_o 的波形。

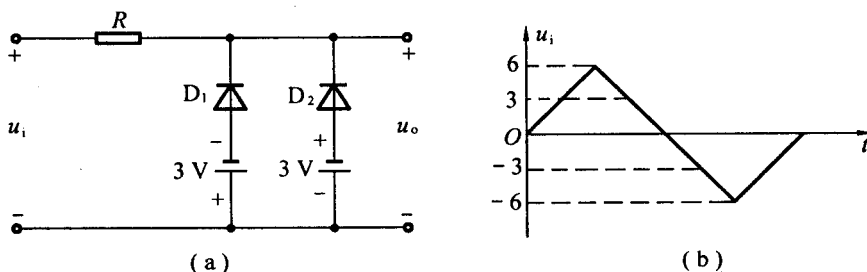


图 8-16

6. 二极管电路如图 8-17 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} 。

7. 在图 8-18 中, (a) 图是输入电压 u_i 的波形。试画出对应于 u_i 的输出电压 u_o 的波形(二极管的正向压降可忽略不计)。

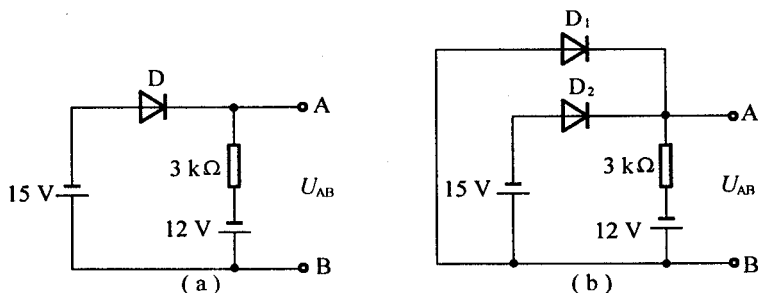


图 8-17

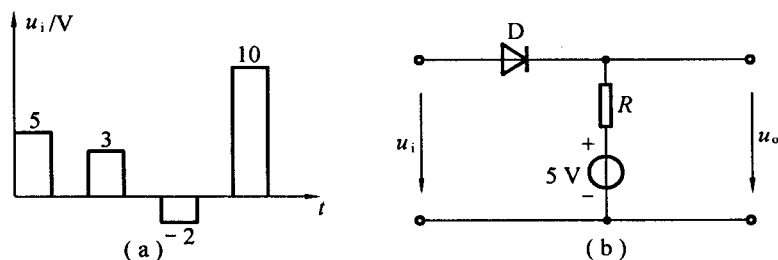


图 8-18

8. 设硅稳压管 D_{Z1} 和 D_{Z2} 的稳定电压分别为 5V 和 10V, 求图 8-19 中各电路的输出电压 U_o , 已知稳压管的正向压降为 0.7V。

9. 已知 $U_i = 15V$, 稳压管的稳定电压 $U_Z = 6V$, 稳定电流的最小值 $I_{Zmin} = 5mA$, 最大功耗 $P_{ZM} = 150mW$ 。试求图 8-20 所示电路中电阻 R 的取值范围。

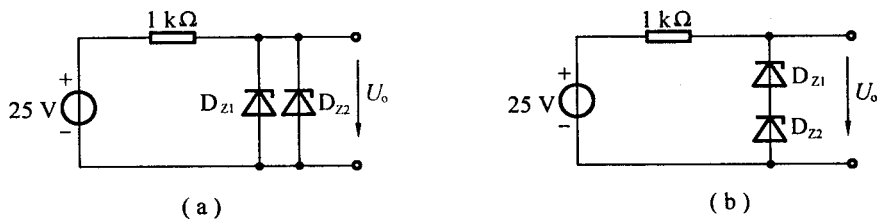


图 8-19

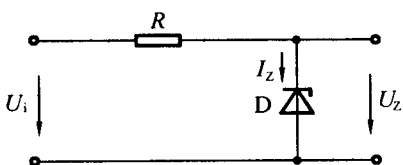


图 8-20

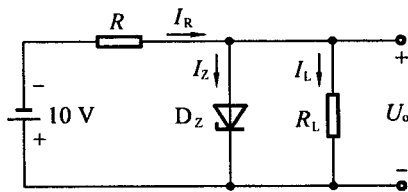


图 8-21

10. 稳压二极管电路如图 8-21 所示, 已知稳压管的 $U_z = 6\text{ V}$, 限流电阻 $R = 100$ 。

- (1) 当 $R_L = 200\ \Omega$ 时, 求稳压管的 I_z 、 U_o 值;
- (2) 当 $R_L = 50\ \Omega$ 时, 求稳压管的 I_z 、 U_o 值。

同步训练题答案

1. 解 输入端的电压只有二种情况, 0 V 和 3 V 。

(1) 当输入端 $U_A = 0\text{ V}$ 、 $U_B = 3\text{ V}$ 或 $U_A = 3\text{ V}$ 、 $U_B = 0\text{ V}$ 时, 对应输入端是 0 V 的二极管导通, 二极管的正向压降为 0 , 所以输出端 $V_Y = 0\text{ V}$ 。此时流过 R 和 D 的电流

$$I_R = I_D = \frac{U_{CC} - V_Y}{R} = \frac{12}{3.9}\text{ mA} \approx 3\text{ mA}$$

(2) 当 $U_A = U_B = 0\text{ V}$ 时, 两个二极管都导通, 结果仍然是 $V_Y = 0\text{ V}$ 。电阻中的电流与上一种情况相同 $I_R \approx 3\text{ mA}$, 但二极管中的电流只有电阻中电流的一半, $I_D \approx 1.5\text{ mA}$ 。

(3) 当 $U_A = U_B = 3\text{ V}$ 时, $V_Y = 3\text{ V}$, 电阻中的电流

$$I_R = \frac{U_{CC} - V_Y}{R} = \frac{12 - 3}{3.9}\text{ mA} \approx 2.3\text{ mA}$$

二极管中的电流

$$I_D = \frac{1}{2} I_R \approx 1.15\text{ mA}$$

2. 答 由于二极管是一个非线性元件, 它的电流和电压不是正比关系 (见图 8-22), 所以当不同的电流通过管子时, 管子两端电压和电流的比

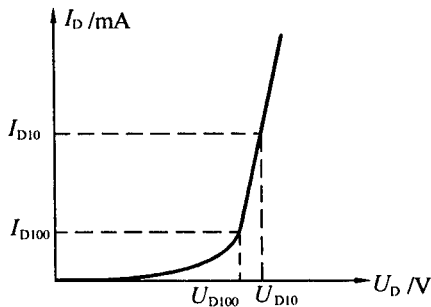


图 8-22

值,即测出的电阻也不相同。用 $R \times 10$ 挡测量时,通过管子的电流较大,而用 $R \times 100$ 挡测量时,通过管子的电流较小。所以用 $R \times 10$ 挡测量的阻值 $R_{10} = U_{D10}/I_{D10}$ 较小,而用 $R \times 100$ 挡测量的阻值 $R_{100} = U_{D100}/I_{D100}$ 较大。

3. 解 设 D_2 导通, D_1 截止,则可得节点 B 对地的电位为

$$V_B = \left[\frac{10 - (-10)}{10 + 5} \times 10 + (-10) \right] \text{ V} = \left(\frac{20}{15} \times 10 - 10 \right) \text{ V} = 3.3 \text{ V}$$

或用叠加原理得 $V_B = \left[\frac{2}{3} \times 10 + \frac{1}{3}(-10) \right] \text{ V} = 3.3 \text{ V}$

故 D_1 处在反偏截止状态,即 $I = 0$ 。因为 D_2 导通,所以电压 $U = V_B = 3.3 \text{ V}$ 。

4. 答 图 8-15(b) 电路中的电流表读数最大,图 8-15(c) 电路中的电流表读数最小。

图 8-15(b) 电路中的电流表读数最大是因为 D_2 为锗管。锗管的正向压降为 $0.2 \sim 0.3 \text{ V}$ 左右,而 D_1 管为硅管,硅管的正向压降为 $0.6 \sim 0.7 \text{ V}$ 左右。图 8-15(a)、(b) 所示电路的其它条件相同,故图 8-15(b) 中的电流表读数最大。

图 8-15(c) 电路中的电流表读数小是因为 D_1 为硅管。硅管和锗管同加一样大的反向电压时,硅管的反向饱和电流小,故图 8-15(c) 电路中的电流表的读数最小。

5. 解 $u_i > 0$ 时, D_1 截止。 D_2 在 $u_i > 3 \text{ V}$ 时,其“+”极电位高于“-”极电位, D_2 导通后 $u_o = 3 \text{ V}$ 。在 $u_i < 3 \text{ V}$ 时, D_2 的“+”极电位低于“-”极电位,所以 D_2 截止, $u_i = u_o$ 。

$u_i < 0 \text{ V}$ 时, D_2 截止。 $u_i < -3 \text{ V}$, D_1 导通, $u_o = -3 \text{ V}$, $u_i > -3 \text{ V}$ 时, D_1 截止, $u_i = u_o$ 。

u_o 的电压波形如图 8-23 所示。

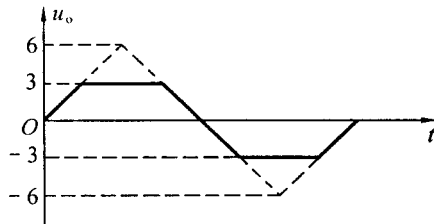


图 8-23

6. 解 图 8-17(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 $U_{AB} = -12 \text{ V}$ 。

图 8-17(b), 因为 D_1 、 D_2 为共阴极接法, 所以二极管 D_1 导通, D_2 截止, $U_{AB} = 0 \text{ V}$ 。

7. 解 当输入 $u_i = 0$ 和 $u_i < 0$ 时, 二极管不导通, 负载开路时, 输出 $u_o = 5 \text{ V}$; 当 $u_i = 5 \text{ V}$ 时, 二极管不通, $u_o = 5 \text{ V}$; 当 $u_i = 3 \text{ V}$ 时, 二极管不通, $u_o = 5 \text{ V}$; 当 $u_i = 10 \text{ V}$ 时, 二极管导通 $u_o = 10 \text{ V}$ 。

u_o 的电压波形如图 8-24 所示。

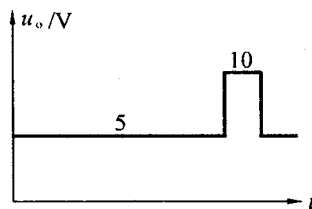


图 8-24

8. 解 这两个电路是稳压二极管电路, 在输入电源与稳压二极管之间必须要有电阻存在, 即图中的 $1 \text{ k}\Omega$ 电阻。

对于图 8-19(a), 两个稳压二极管并联且反偏, 所以击穿电压低的一个稳压二极管 D_{Z1} 先击穿, 输出电压 $U_o = 5 \text{ V}$, 此时击穿电压高的那只稳压二极管将不会被击穿。

对于图 8-19(b) 的电路, 两个稳压二极管顺向串联, 对输入侧的电源是反偏, 且 $U_i > (U_{Z1} + U_{Z2})$ 。则总的输出电压为

$$U_o = U_Z = U_{Z1} + U_{Z2} = (5 + 10) \text{ V} = 15 \text{ V}$$

9. 解 稳压管的最大稳定电流为 $I_{ZM} = P_{ZM}/U_Z = 25 \text{ mA}$, 电阻 R 的电流为 $I_{ZM} \sim I_{Z\min}$, 所以其取值范围为

$$\begin{cases} R_{\min} = \frac{U_1 - U_Z}{I_{Z\max}} = \frac{15 - 6}{25} \text{ k}\Omega = 0.36 \text{ k}\Omega \\ R_{\max} = \frac{U_1 - U_Z}{I_{Z\min}} = \frac{15 - 6}{5} \text{ k}\Omega = 1.8 \text{ k}\Omega \end{cases}$$

所以

$$R = \frac{U_1 - U_Z}{I_Z} = (0.36 \sim 1.8) \text{ k}\Omega$$

10. 解 (1) 当 $R_L = 200 \Omega$ 时, 设稳压管正常工作。

$$I_R = -\frac{10 - U_Z}{R} = -\frac{10 - 6}{100} \text{ mA} = -40 \text{ mA}$$

$$I_L = -\frac{U_Z}{200} = -\frac{6}{200} \text{ mA} = -30 \text{ mA}, \quad I_Z = I_R - I_L = -10 \text{ mA}$$

假设成立, $U_o = -6 \text{ V}$ 。

(2) 当 $R_L = 50 \Omega$ 时, 设稳压管正常工作。

$$I_L = -\frac{6}{50} = -120 \text{ mA}, \quad I_R = -40 \text{ mA}$$

与假设矛盾, 说明稳压管不能正常工作。

$$I_Z = 0, \quad U_o = -\frac{10 \times 50}{100 + 50} \text{ V} = -3.3 \text{ V}$$

第9章 晶体三极管及其放大电路

书后习题解析

9-1 图9-1所示为3AG25三极管的输出特性曲线,试求当 $U_{CE} = 6\text{ V}$ 时, I_B 从 0.02 mA 变到 0.04 mA ; 0.04 mA 变到 0.06 mA ; 0.06 mA 变到 0.08 mA ; 0.08 mA 变到 0.10 mA , 动态电流放大系数 β 各为多少? 当 $I_B = 0.02\text{ mA}$; 0.04 mA ; 0.08 mA 和 0.10 mA 时的静态电流放大系数 $\bar{\beta}$ 各为多少?

解 根据特性曲线和参数定义, 可求出相应的参数。在 $U_{CE} = 6\text{ V}$ 处画一条垂直线, 当 $I_B = 0.02\text{ mA}$ 时, $I_C = 0.75\text{ mA}$; $I_B = 0.04\text{ mA}$ 时, $I_C = 2\text{ mA}$ 。所以

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{2 - 0.15}{0.04 - 0.02} = 62.5$$

同理当 $I_B = 0.04 \rightarrow 0.06\text{ mA}$ 时,

$$I_C = (2 \rightarrow 3.25)\text{ mA}, \quad \beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{3.25 - 2}{0.06 - 0.04} = 62.5$$

当 $I_B = (0.06 \rightarrow 0.08)\text{ mA}$ 时,

$$I_C = (3.25 \rightarrow 5)\text{ mA}, \quad \beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{5 - 3.25}{0.08 - 0.06} = 87.5$$

当 $I_B = (0.08 \rightarrow 1)\text{ mA}$ 时,

$$I_C = (5 \rightarrow 6.5)\text{ mA}, \quad \beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{6.5 - 5}{1 - 0.08} = 75$$

$$\bar{\beta} = \frac{I_C + I_{CEO}}{I_B} \approx \frac{I_C}{I_B}$$

当 $I_B = 0.02\text{ mA}$ 时, $I_C = 0.75\text{ mA}$, 所以 $\bar{\beta} = \frac{0.75}{0.02} = 37.5$;

当 $I_B = 0.04\text{ mA}$ 时, $I_C = 2\text{ mA}$, 所以 $\bar{\beta} = \frac{2}{0.04} = 50$;

当 $I_B = 0.08\text{ mA}$ 时, $I_C = 5\text{ mA}$, 所以 $\bar{\beta} = \frac{5}{0.08} = 62.5$;

当 $I_B = 0.10\text{ mA}$ 时, $I_C = 6.5\text{ mA}$, 所以 $\bar{\beta} = \frac{6.5}{0.1} = 65$ 。

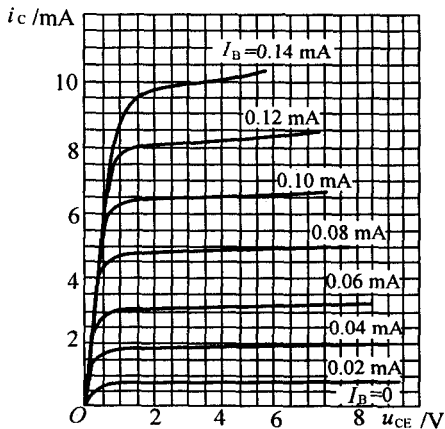


图9-1

9-2 今测得电路中各三极管的三个电极的电压(对地)如图9-2所示。试指出各三极管是硅管还是锗管?是NPN型还是PNP型?是处于放大状态、截止状态还是饱和状态?有哪几只管子已损坏?

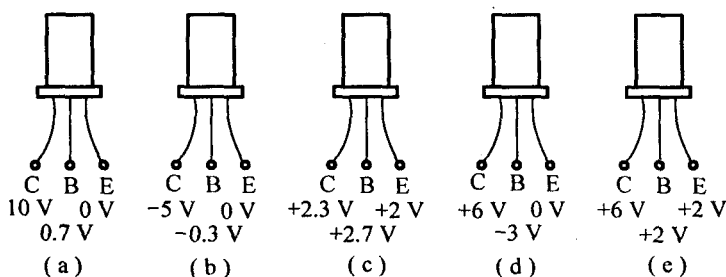


图 9-2

解 图 9-2(a), 因为 $U_B = 0.7 \text{ V}$, $U_E = 0 \text{ V}$, $U_C = 10 \text{ V}$, 所以 $U_{BE} = U_B - U_E = 0.7 \text{ V}$ 是硅管。又因为 $U_C > U_B > U_E$ 且 $U_{CE} > U_{BE}$, 所以是 NPN 型管, 该管处于放大状态。

图 9-2(b), 因为 $U_B = -0.3 \text{ V}$, $U_E = 0 \text{ V}$, $U_C = -5 \text{ V}$, 所以 $U_{BE} = U_B - U_E = -0.3 \text{ V}$ 是锗管。又因为 $U_C < U_B < U_E$ 且 $U_{CE} > U_{BE}$, 所以为 PNP 型管, 处于放大状态。

图 9-2(c), 因为 $U_B = 2.7 \text{ V}$, $U_E = 2 \text{ V}$, $U_C = 2.3 \text{ V}$, 所以 $U_{BE} = U_B - U_E = 0.7 \text{ V}$ 是硅管。又因为 $U_B > U_C > U_E$ 且 $U_C > U_E$, 所以为 NPN 型管, 处于饱和状态。

图 9-2(d), 因为 $U_B = -3 \text{ V}$, $U_E = 0 \text{ V}$, $U_C = 6 \text{ V}$, U_{BE} 为负值, 所以为 NPN 型硅管, 处于截止状态。

图 9-2(e), 因为 $U_B = 2 \text{ V}$, $U_E = 2 \text{ V}$, $U_C = 6 \text{ V}$, 所以 $U_{BE} = 0$, NPN 型硅管, 三极管击穿, 已损坏。

9-3 一只三极管的输出特性和功耗曲线如图 9-3 所示, 试从图中估算 β , I_{CEO} 和 P_{CM} 值 (取 $u_{\text{CE}} = 10 \text{ V}$)。

解 根据特性曲线和参数定义可求出相应的参数

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{(2.8 - 1.8) \text{ mA}}{(60 - 40) \mu\text{A}} = 50$$

$$I_{\text{CEO}} = I_C|_{I_B=0} \approx 0.1 \text{ mA}$$

从 P_{CM} 曲线上任取一点 ($u_{\text{CE}} = 10 \text{ V}$, $I_C = 4.2 \text{ mA}$) 求得

$$P_{\text{CM}} = U_{\text{CE}} \cdot I_C = 10 \text{ V} \times 4.2 \text{ mA} = 4.2 \text{ mW}$$

9-4 今已知三极管的 $P_{\text{CM}} = 100 \text{ mW}$, $I_{\text{CM}} = 20 \text{ mA}$, $U_{(\text{BR})\text{CEO}} = 15 \text{ V}$ 。试问在下列几种情况下, 能否正常工作? 为什么? (1) $u_{\text{CE}} = 3 \text{ V}$, $i_C = 10 \text{ mA}$; (2) $u_{\text{CE}} = 2 \text{ V}$, $i_C = 40 \text{ mA}$; (3) $u_{\text{CE}} = 10 \text{ V}$, $i_C = 20 \text{ mA}$ 。

解 正常工作时, 不允许 $I_C > I_{\text{CM}}$, $U_{\text{CE}} I_C > P_{\text{CM}}$ 。当 $P_C > P_{\text{CM}}$ 时, 可能引起过大的功耗, 而使管子损坏, 且加在两极的反向电压应小于 $U_{(\text{BR})\text{CEO}}$ 。

(1) $u_{\text{CE}} i_C = (3 \times 10) \text{ mW} = 30 \text{ mW} < P_{\text{CM}}$, $i_C < I_{\text{CM}} = 20 \text{ mA}$, $u_{\text{CE}} = 3 \text{ V} < U_{(\text{BR})\text{CEO}} = 15 \text{ V}$, 所以能正常工作。

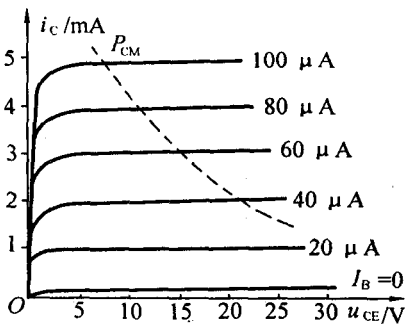


图 9-3

(2) $u_{CE} = 2\text{ V} < U_{(BR)CEO}$, $i_C = 40\text{ mA} > I_{CM}$, 但 $u_{CE} i_C = (2 \times 40)\text{ mW} = 80\text{ mW} < P_{CM}$, 所以仍可工作, 但不是正常的工作状态。

(3) $u_{CE} = 10\text{ V} < U_{(BR)CEO}$, $i_C = I_{CM}$, 但当 $u_{CE} \cdot i_C = (10 \times 20)\text{ mW} = 200\text{ mW} > P_{CM}$, 此时管子已进入过损耗区, 所以将会损坏管子, 使其不能正常工作。

9-5 在图 9-4 所示电路中, 哪个能实现对交流信号的放大作用? 哪个不能? 试改正之。

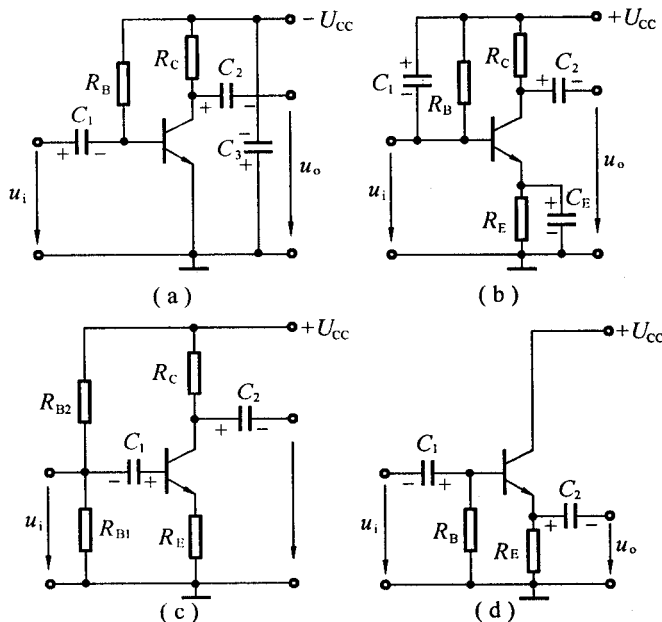


图 9-4

答 由基本放大电路的组成原则可知, 一个由三极管构成的放大电路对输入的交变信号能进行正常的放大需具备两个条件。

(1) 静态情况下, 即 $u_i = 0$ 时, 电路应使三极管的发射结正向偏置, 集电结反向偏置。

(2) 有信号输入时, 应保证交流信号能顺利加入三极管 T 的输入回路, 对共射极电路而言, 信号能进入三极管的 B、E 之间。此外, 在输出端 u_o 应能得到不失真的放大信号。

参照此原则分析如下。

(1) 图 9-4(a) 由 NPN 管组成, 电源电压为负值, 静态情况下发射结无正向偏置, 且电容 C_1 极性接错, 所以不具备放大作用。改正如图 9-5(a') 所示。

(2) 图 9-4(b) 由 NPN 管组成。虽然 $U_B > 0$, 使 U_{BE} 符合正向偏置条件, 但在动态时由 C_1 的接法使信号直接接地没有经三极管放大, 所以无输出。改正为图 9-5(b') 所示。

(3) 图 9-4(c) 由 NPN 管组成, 将 C_1 接在输入端时可实现发射结正偏, 集电结反偏。但由于 C_1 的接法使三极管没有静态值, 所以不能正常工作。改正为图 9-5(c') 所示。

(4) 图 9-4(d) 由 NPN 管组成, 静态时发射结无偏置电压, 三极管不能工作, 只要将 R_B 接到电源 $+U_{CC}$ 上即可。改正图为图 9-5(d') 所示。

9-6 如图 9-6 所示的单管交流放大电路中, 已知三极管的 $\beta = 60$, $r_b = 300\ \Omega$, 试求: