

21 世纪高等学校教材

电子技术 试题题型精选汇编

龚淑秋 李忠波 主编

DIAN ZI JI SHU SHI TI
TI XING JING XUAN HUI BIAN (非电类专业)

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



2 / 电子技术应用

电子技术 应用典型电路汇编

周明成 廖明波 王刚



21 世纪高等学校教材

电子技术试题题型精选汇编

(非电类专业)

主编 龚淑秋 李忠波
参编 袁 宏 申永山
高有华



机械工业出版社

本书是编者在长期从事“电子技术”教学过程中,从积累的大量的例题、习题、练习思考题及考试试题中按题型精选汇编而成的。选题具有典型性、系统性、实用性和覆盖面宽的特点,旨在培养学生的分析问题与解决问题的能力。书中还增加了用 EDA (Electronic Design Automatic) 软件分析和设计的例题和习题,是学习电子技术必备的教学参考书。

本书共分十七章,内容包括模拟电子技术、数字电子技术和考试样题三部分。每章由解题概要、例题解析、选择题、习题及答案等五部分组成。

本书可作为学习电子技术课程的高等学校本科、专科学生以及电大、职大、函大、夜大、成人教育等学生的辅助教材,也是有关教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术试题题型精选汇编/龚淑秋,李忠波主编. —北京:机械工业出版社,2002.12

21 世纪高等学校教材 非电类专业

ISBN 7-111-10939-2

I 电 II ①龚 ②李 III. 电子技术—高等学校—试题 IV TN-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 069385 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:贡克勤 版式设计:郭世琴 责任校对:韩晶

封面设计:张静 责任印制:闫焱

北京第二外国语学院印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·14 印张·349 千字

0 001—4 000 册

定价:19.5 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

《电子技术试题题型精选汇编》是与《电子技术》(包括模拟电子技术和数字电子技术)配套的教学参考书。该书的特点是注重基本概念、基本理论和基本知识的灵活运用,旨在使学生方便系统地学习电子技术课程,掌握解答各类题型的思路、方法、规律和技巧,培养学生分析问题、解决问题的实际能力。

本书遵照国家教育委员会“电工学”课程教育指导小组拟定的电工、电子系列课程的教学基本要求,积多年教学经验,围绕教学基本内容精选各类题型编写而成。题型覆盖面宽并力求典型、系统、实用。为了适应教学改革新形势,特在书中引入了计算机辅助分析和设计软件 EDA (Electronic Design Automatic),通过引导性例题,详细介绍了 EDA 的使用方法。是 21 世纪学习“电子技术”必不可少的教学参考书。

本书共分十七章。每章开头简要介绍该章的主要内容和解题概要,接着是典型题目的例题解析,以及用 EDA 求解的典型例题,然后是侧重于基本概念、基本原理和基本分析方法的选择題,最后是精选的分析计算题和应用题。每章后面都附有该章的习题答案。第十七章是考试样題。书中带*号部分是加宽加深的内容。

本书由沈阳工业大学龚淑秋(编写第五、六章)和李忠波(编写第七、八、九、十二、十三、十四、十五、十六、十七章)担任主编。袁宏编写第一、二章,申永山编写第三、四章,高有华编写第十、十一章。

本书适用于高等工科院校大学本科、专科机械类、材料类、经贸管理类、化工类、建筑类、机电一体化类、计算机类等有关专业学生和从事电子技术自学、函授人员使用,也可作为有关教师的教学参考书。

由于编者水平有限,缺点和错误在所难免,恳请使用本书的读者和学生批评指正。

编 者



目 录

前言

第一章 双极型半导体器件	1
第二章 放大电路基础	17
第三章 场效应晶体管及其放大电路	42
第四章 功率放大电路	47
第五章 差动放大电路	51
第六章 集成运算放大电路	61
第七章 反馈与振荡电路	78
第八章 直流稳压电源	97
第九章 晶闸管及其放大电路	108
第十章 逻辑代数及逻辑门电路	118
第十一章 组合逻辑电路	137
第十二章 触发器	151
第十三章 时序逻辑电路	162
第十四章 脉冲信号的产生与整形	182
第十五章 数模 (D/A) 与模数 (A/D) 转换	192
第十六章 半导体存储器与可编程逻辑阵列	198
第十七章 考试样题	206
参考文献	220

第一章 双极型半导体器件

解 题 概 要

自由电子和空穴同时参与导电的半导体器件称为双极型半导体器件。本章主要介绍了三种最基本的双极型半导体器件，半导体二极管（又称晶体二极管）、三极管（又称晶体三极管、晶体管）和稳压管。对这三种半导体器件，应从内部载流子运动规律、外特性和应用三方面进行学习和掌握。解题要点如下：

1) PN 结是双极型半导体器件的基本单元。PN 结是由杂质半导体构成的，杂质半导体是由本征半导体掺杂后得到的。在本征半导体中，应重点理解空穴的导电机理。在杂质半导体中，应理解在室温下杂质电离的过程和 P 型、N 型半导体载流子的构成以及离子的极性。平衡的 PN 结中的扩散电流与漂移电流大小相等，方向相反，达到动态平衡。PN 结具有单向导电性，正向偏置时导通，反向偏置时截止。

2) 二极管的核心是 PN 结，二极管的特点是具有单向导电性。重点是从二极管的伏安特性曲线上掌握二极管的特性及主要参数。

小功率锗二极管的死区电压约为 0.1V，正向导通压降为 0.2~0.3V；小功率硅二极管的死区电压约为 0.5V，正向导通压降为 0.6~0.8V。

二极管在静态工作点处的直流电压 U_D 与直流电流 I_D 之比称为该点的静态电阻，即

$$R = \frac{U_D}{I_D}$$

在静态工作点处，二极管电压与电流的变化量之比称为该点的动态电阻，即

$$r = \frac{\Delta U_D}{\Delta I_D}$$

二极管的应用很广，在含有二极管电路的分析时，常把二极管视为理想元件。导通时视为短路；截止时视为开路。含有单个二极管电路的分析要领是：先将二极管去掉，求出二极管阳极、阴极所在位置的电位，从而判断出二极管的工作状态。若阳极电位高于阴极，二极管导通，用短路线代替；反之，二极管截止，用开路状态代替二极管。然后分析不存在二极管的电路各处电压、电流及波形等。

含有两个以上的多二极管电路的分析要领是：按上述方法求出所有二极管的阳、阴极电位后，经比较找出正向偏置电压最大的二极管，该二极管抢先导通，理想时用短路线代替，然后分析其它二极管的状态。所有二极管状态确定后再分析各处电压、电流及波形等。

3) 稳压管一般情况是工作在反向击穿状态，稳压电流 I_Z 的取值为

$$I_{Zmin} < I_Z < I_{Zmax}$$

I_{Zmin} 的取值为 5~10mA。稳压管工作在稳压区，稳定电压 U_Z 的变化 ΔU_Z 很小， ΔU_Z 与稳定电流的变化量 ΔI_Z 之比称为稳压管的动态电阻

$$r_z = \frac{\Delta U_z}{\Delta I}$$

r_z 是稳压管的一个质量指标, 越小越好。

当稳压管工作在反向截止区时, 其端电压由外电路决定。当稳压管工作在正向导通状态时, 与二极管的特性相似, 都具有低稳压值 (小功率硅管 $0.7 \sim 0.8V$) 的稳压性能。

4) 三极管 (晶体管) 的导电机理比较复杂, 对晶体管应从内部载流子的运动规律、电流分配与放大作用、输入输出特性曲线、主要特性参数等几个方面进行学习, 达到深刻认识并能熟练运用晶体管。

晶体管是具有三个电极、三个区、两个 PN 结的半导体器件, 有 NPN 和 PNP 两种类型。晶体管具有电流放大作用

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

三个极的电流 I_B 、 I_C 、 I_E 之关系是

$$I_E = I_C + I_B$$

因 $I_B \ll I_E$, 所以 $I_E \approx I_C$ 。

由晶体管构成的电路有共发射极、共基极、共集电极三种组态。晶体管接成共射极电路时有两组伏安特性, 即输入特性 $I_B = f(U_{BE})$, 输出特性 $I_C = f(U_{CE})$ 。其中输出特性划分为三个区域: 放大区、截止区、饱和区。输入特性曲线就是 PN 结的伏安特性曲线, 正常工作时发射结压降无大的变化, NPN 硅管为 $U_{BE} = 0.6 \sim 0.8V$, PNP 锗管为 $U_{BE} = -0.2 \sim -0.3V$ 。

NPN 型晶体管工作在放大区的电位条件是

$$U_C > U_B > U_E$$

PNP 型晶体管工作在放大区的电位条件是

$$U_C < U_B < U_E$$

若晶体管的发射结和集电结皆正向偏置, 则工作在饱和区。电压特点是

$$U_{CE} = U_{CES}$$

小功率管 $|U_{CES}| = 0.1 \sim 0.3V$ 。

若晶体管的发射结和集电结皆反向偏置, 则工作在截止区。电压特点是 $|U_{BE}|$ 小于死区电压并且 $U_{CE} \approx U_{CC}$ 。

应会用晶体管特性图示仪观测三极管的输入特性曲线和输出特性曲线, 并确定晶体管的一些主要参数。

晶体管的主要参数有: β 、 I_{CEO} 、 I_{CBO} 、 I_{CM} 、 P_{CM} 、 $U_{(BR)CEO}$, 其中

$$I_{CEO} = (1 + \beta) I_{CBO}$$

在共发射极输出特性曲线的放大区中, 由 I_{CM} 、 P_{CM} 和 $U_{(BR)CEO}$ 这几个极限参数确定一个安全工作区。

晶体管的输入、输出特性曲线的形成, 晶体管主要参数含义和温度特性等应能用晶体管内部载流子运动规律去解释。

例题解析

例 1-1 图 1-1a、b 所示的各电路中，二极管为理想二极管。试分析二极管的工作状态，求出流过二极管的电流。

解 含一个二极管的电路，容易判断出二极管是正向偏置还是反向偏置。对理想二极管，当判断出二极管正向偏置时就将其视为短路，当判断出二极管反向偏置时，就将其视为开路，然后用求解线性电路的方法求解。

图 1-1a 中，电源的正极接二极管的正极，电源的负极通过电阻 R_1 接二极管的负极，此时二极管正向偏置，导通状态，将 VD_1 视为短路，得到图 1-2a。

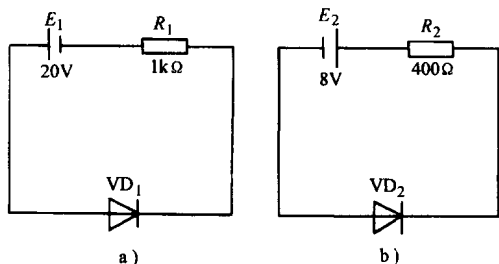


图 1-1 例 1-1 图

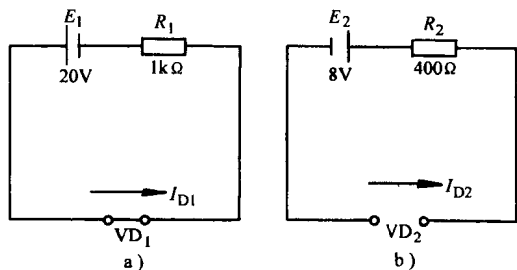


图 1-2 图 1-1 等效电路

由图 1-2a 可求得流过二极管 VD_1 的电流

$$I_{D1} = \frac{E_1}{R_1} = \frac{20V}{1k\Omega} = 20mA$$

图 1-1b 中，二极管反向偏置，截止状态， VD_2 可视为开路，得到图 1-2b，可知

$$I_{D2} = 0A$$

例 1-2 设图 1-3 中的 VD_1 、 VD_2 都是理想二极管，求电阻 R 中的电流和电压 U_O 。已知 $R = 6k\Omega$ ， $E_1 = 6V$ ， $E_2 = 12V$ 。

解 方法 1

在两个电源 E_1 和 E_2 作用下， VD_1 和 VD_2 是正向偏置还是反向偏置不易看出。这类题可用下面的方法判断二极管的状态。

先把被判断的二极管从电路中取下，然后比较两个开路端电位的高低，即确定开路端电压的极性。若这个开路电压的极性对被判断的二极管是正向偏置的，管子接回原处将导通；反之，管子是反向偏置的，将截止。

1) 先判断 VD_1 的状态。把 VD_1 从图中取下，如图 1-4a 所示。

从图 1-4a 可以判断出 VD_2 是正向导通的，于是 6V 电源的正极接 a 端，负极接 b 端，a 点电位高于 b 点电位，这个极性使 VD_1 反向偏置。

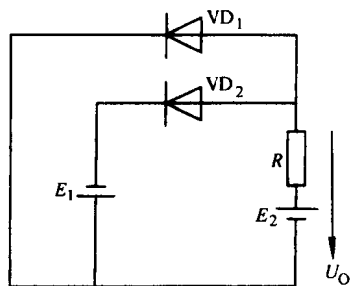


图 1-3 例 1-2 图

2) 再判断 VD_2 的状态。把 VD_2 从图中取下, 如图 1-4b 所示。可以判断出图中的 VD_1 是正向导通的, 于是 6V 电源的正极经 VD_1 接 d 端, 负极接 c 端, 即开路端 d 点电位高于 c 点电位, 这个极性使 VD_2 正向偏置。

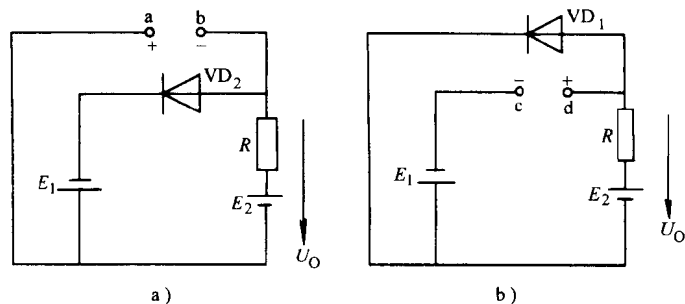


图 1-4 VD_1 、 VD_2 的状态

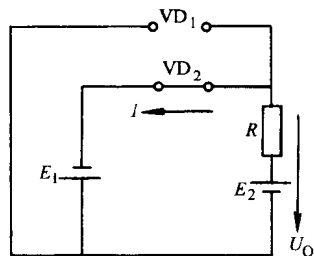


图 1-5 例 1-2 解答电路

3) 根据上述判断可以画出图 1-3 的等效电路如图 1-5 所示。

流过电阻 R 的电流 I 和 U_O 为

$$I = \frac{E_1 + E_2}{R} = \frac{(6 + 12)V}{6k\Omega} = 3mA$$

$$U_O = -E_1 = -6V$$

方法 2

对于含有多个 (两个以上) 二极管的电路, 首先求出各二极管的阳极和阴极电位; 再比较各二极管的阳极对阴极的电位差, 电位差为正且较高的二极管抢先导通, 理想二极管用短路线代替; 然后决定其他二极管的状态, 阳极对阴极的电位差为负值, 二极管截止, 最后计算各处电压、电流。

按上述方法, 图 1-3 电路中 VD_1 阳极对阴极的电位差为 $+12V$, VD_2 为 $+18V$; 经比较 VD_2 抢先导通, 用短路线代替后, VD_1 阳极对阴极承受 $-6V$ 电压, 故 VD_1 截止, VD_1 开路, 得图 1-5 所示电路, 并求得

$$I = \frac{(6 + 12)V}{6k\Omega} = 3mA$$

$$U_O = -E_1 = -6V$$

例 1-3 图 1-6 电路中, VD_1 和 VD_2 均为理想二极管, 直流电压 $U_1 > U_2$, u_i 、 u_o 是交流电压信号的瞬时值。试求:

1) 当 $u_i > U_1$ 时, $u_o = ?$

2) 当 $u_i < U_2$ 时, $u_o = ?$

解 方法 1

解此题的关键是判断二极管的状态。理想二极管正向导通时视为短路, 反向截止时视为开路, 电路中的二极管按上述原则处理后就得到了一个不含二极管的电路。

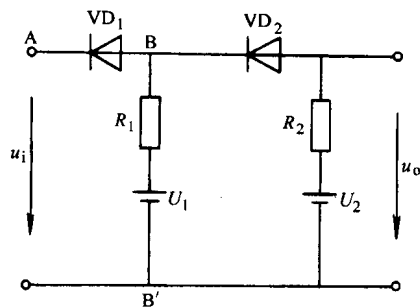


图 1-6 例 1-3 图

1) 当 $u_i > U_1$ 时。二极管 VD_1 的正极经 R_1 接 U_1 ，二极管的负极接 u_i 。由于 $u_i > U_1$ 所以 VD_1 反向偏置，理想二极管 VD_1 此时可视为开路。 VD_2 的正极经 R_2 接 U_2 ， VD_2 的负极经 R_1 接 U_1 。由于 $U_1 > U_2$ 所以 VD_2 也是反向偏置。 VD_2 也可视为开路。 VD_1 和 VD_2 均做断开处理后的电路如图 1-7 所示。

由图 1-7 可知

$$u_o = U_2$$

2) $u_i < U_2$ 时。由于 $U_1 > U_2$ ，而 $U_2 > u_i$ ，所以 $U_1 > u_i$ ，此时 VD_1 正向偏置，理想二极管 VD_1 可以视为短路。 VD_1 做短路处理后 $U_{BB'} = u_i$ ，这时 VD_2 的负极接 u_i ， VD_2 的正极经 R_2 接 U_2 。由于 $U_2 > u_i$ ，所以 VD_2 正向偏置，理想二极管 VD_2 亦可视为短路。

VD_1 和 VD_2 均做短路处理后的等效电路如图 1-8 所示。

由图 1-8 可知

$$u_o = u_i$$

方法 2

1) 当 $u_i > U_1 > U_2$ 时， VD_1 、 VD_2 都截止， $U_o = U_2$ 。

2) 当 $u_i < U_2 < U_1$ 时， VD_1 抢先导通后，因为 $u_i < U_2$ ， VD_2 阳极对阴极电位差为正， VD_2 也是导通的，输出电压 $u_o = u_i$ 。

例 1-4 在图 1-9 所示的电路中， $E = 5V$ 、 $u_i = 10\sin\omega t V$ 、 VD 为理想二极管，试画出输出电压 u_o 的波形。

解 分析出 u_i 和 $5V$ 电源共同作用下，在哪个时间区段上 VD 正向导通，在哪个时间区段上 VD 反向截止。画出等效电路最后在等效电路中求出 u_o 的波形。

先画出输入正弦电压的波形（见图 1-10a）。

1) u_i 正半周，且 $u_i < 5V$ 时。 VD 的正极经 R 接 u_i ，其负极接电源 E 。由于 $u_i < 5V$ ，所

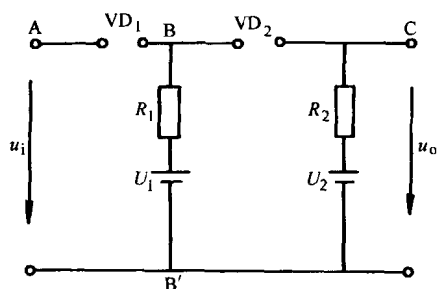


图 1-7 $U_1 > U_2$ ， $u_i > U_1$ 时图 1-6 的等效电路

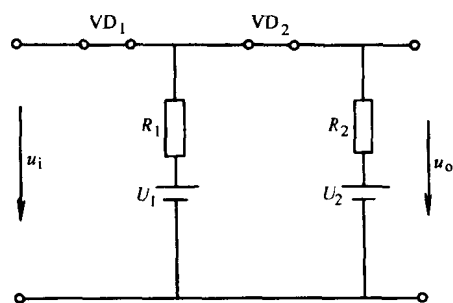


图 1-8 $U_1 > U_2$ ， $u_i < U_2$ 时图 1-6 的等效电路

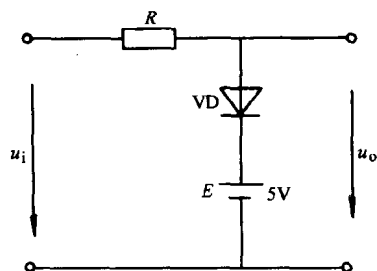


图 1-9 例 1-4 图

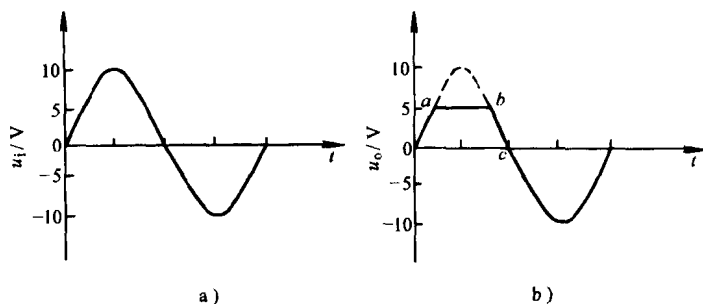


图 1-10 例 1-4 波形图

以 VD 反向偏置, 理想二极管 VD 可视为开路 (图 1-11)。

由图 1-11 知, 此时 $u_o = u_i$, 输出 $0a$ 段和 bc 段上的波形与输入电压 u_i 波形是一致的。

2) u_i 正半周, 当 $u_i \geq 5V$ 时。此时 VD 正向偏置, 理想二极管 VD 可视为短路 (见图 1-12)。

由图 1-12 知, $u_o = 5V$ 。输出电压 u_o 在 ab 段上是 $u_o = 5V$, 平行于横轴的直线。

3) u_i 为负半周时。 u_i 为负半周时, 其实际方向如图 1-13 所示。

此时 VD 反向偏置, 理想二极管 VD 可视为开路。由图 1-13 可知, $u_o = u_i$, 即在 u_i 为负半周时 u_o 的波形与 u_i 的波形是一致的。

输出电压 u_o 的波形见图 1-10b 所示。

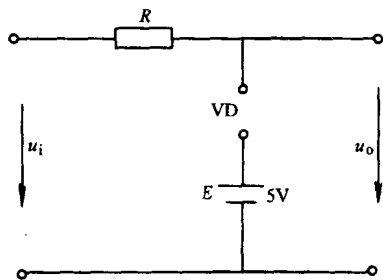


图 1-11 例 1-4 图

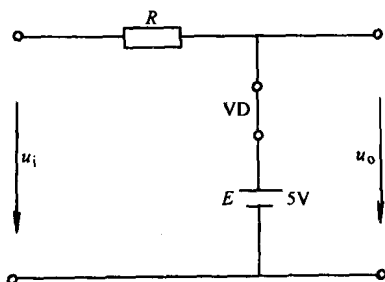


图 1-12 例 1-4 图

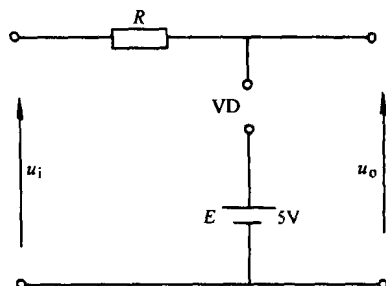


图 1-13 例 1-4 图

例 1-5 电路如图 1-14 所示, 已知输入信号 $u_i = 6\sin\omega t V$, 求二极管 VD 承受的最高反向电压。

解 截止状态下的二极管承受反向电压。图 1-14 中在 $u_i > 3V$ 时, 二极管 VD 承受反向电压, 当 u_i 为正的最大值时, VD 承受最高反向电压为 $6V - 3V = 3V$ 。

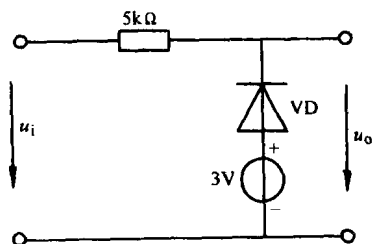


图 1-14 例 1-5 图

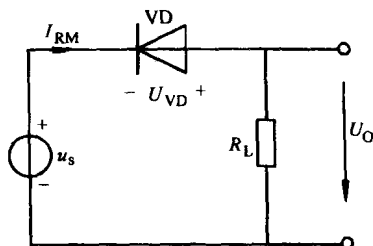


图 1-15 例 1-6 图

例 1-6 电路如图 1-15 所示, 二极管 VD 的正向压降为 $0.6V$, 反向工作峰值电压 $U_{RWM} = 100V$, 反向峰值电流 $I_{RM} = 10\mu A$, 电源 $U_s = 100V$, 负载电阻 $R_L = 10k\Omega$, 则电压 U_O 和 U_{VD} 各为多少?

解 依题意, 二极管 VD 应工作在反向峰值电压状态下, 流过 R_L 的电流为 $10\mu\text{A}$, 所以

$$U_o = R_L \times I_{RM} = 10\text{k}\Omega \times 10\mu\text{A} = 0.1\text{V}$$

二极管两端电压为

$$U_{VD} = U_o - U_S = 0.1\text{V} - 100\text{V} = -99.9\text{V}$$

例 1-7 图 1-16 电路中, 设二极管 VD_1 、 VD_2 和 VD_3 均为理想二极管, $R = 1\text{k}\Omega$, 求输出电压 U_o 和各二极管中的电流。

解 三个二极管均处于正向偏置状态, 但 VD_3 正向偏置电压最高, 因而抢先导通, 输出电压 $U_o = -2\text{V}$ 。

此时 VD_1 、 VD_2 均承受反向电压, 处于截止状态。所以各二极管中电流为

$$I_{FA} = 0$$

$$I_{FB} = 0$$

$$I_{FC} = \frac{12\text{V} + 2\text{V}}{1\text{k}\Omega} = 14\text{mA}$$

例 1-8 电路如图 1-17 所示, 二极管 VD 为理想元件, $U = 3\text{V}$, 输入电压 $u_i = 6\sin\omega t\text{V}$ 示于图 1-18a 中, 试画出输出电压 u_o 的波形。

解 当 $u_i > 3\text{V}$ 时, VD 截止, $u_o = 0$; 当 $u_i < 3\text{V}$ 时, VD 导通, $u_o = u_i - 3\text{V}$ 。由此可画出 u_o 的波形如图 1-18b 所示。

例 1-9 两个稳压管 VS_1 和 VS_2 的稳压值分别为 8.6V 和 5.4V , 正向压降均为 0.6V , 设 U_i 和 R 满足稳压要求。1) 要得到 6V 和 14V 电压, 试画出稳压电路; 2) 若将两个稳压管并联连接, 可有几种形式? 各自的输出电压是多少?

解 1) 稳压管一般工作在反向击穿区, 一定的稳定电流 I_Z 对应一定的稳定电压 U_Z , 在稳定电流范围 ($I_{Z\min} \sim I_{Z\max}$) 内 U_Z 变化不大。稳压管正向偏置时, 与二极管的正向特性相似, 对应一定的正向电流有一个正向压降。2) $U_o = 5.4\text{V}$ 和 $U_o = 0.7\text{V}$ 两种。

根据上面分析, $U_o = 6\text{V}$ 和 $U_o = 14\text{V}$ 的稳压电路如图 1-19 所示。

例 1-10 某晶体管的集电极电流 I_C 为 1.6mA , 穿透电流 I_{CE0} 为 0.2mA , 电流放大系数 $\beta = 40$, 求基极电流 I_B 和发射极电流 I_E 。

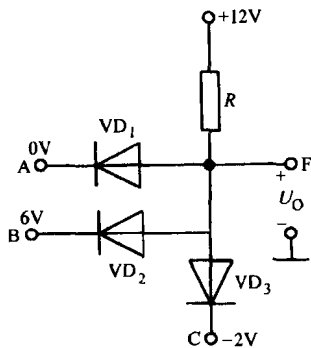


图 1-16 例 1-7 图

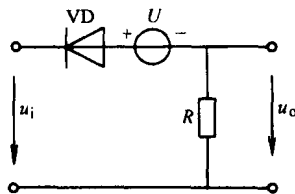


图 1-17 例 1-8 图

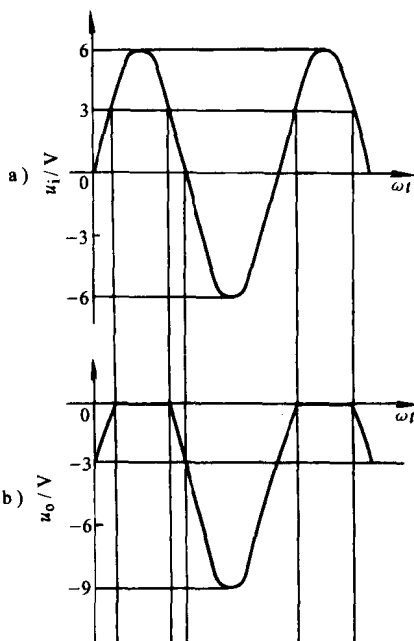


图 1-18 例 1-8 波形图

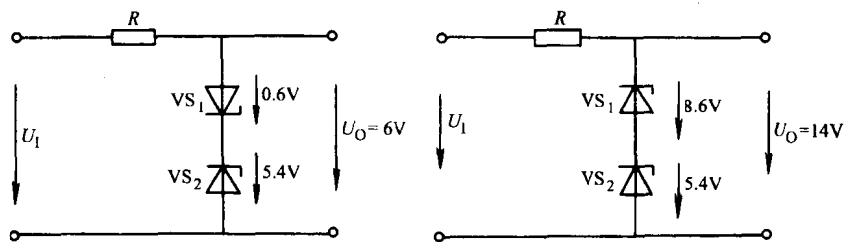


图 1-19 例 1-9 图

解 因为

$$I_C = \beta I_B + I_{CEO}$$

所以

$$I_B = \frac{I_C - I_{CEO}}{\beta} = \frac{(1.6 - 0.2) \text{ mA}}{40} = 35 \mu\text{A}$$

$$I_E = I_C + I_B = 1.6 \text{ mA} + 0.035 \text{ mA} = 1.635 \text{ mA}$$

例 1-11 用直流电压表测某电路中三只晶体管的三个电极对地的电压，其数值如图 1-20 所示。试指出每只晶体管的 E、B、C 三个极，并说明该管是硅管还是锗管，是 NPN 型还是 PNP 型的。

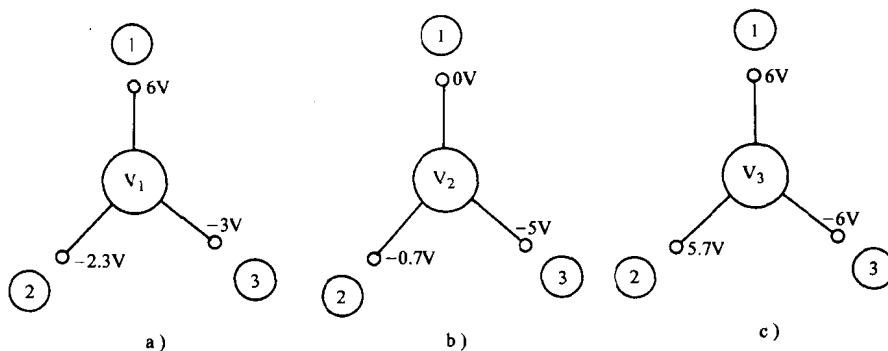


图 1-20 例 1-11 图

解 在正常工作的情况下 NPN 型硅管发射结的直流压降为 $U_{BE} = 0.6 \sim 0.8 \text{ V}$ ；PNP 型锗管 $U_{BE} = -0.2 \sim -0.3 \text{ V}$ 。

因 V_1 管的 $U_{BE} = U_B - U_E = -2.3 \text{ V} - (-3) \text{ V} = 0.7 \text{ V}$ 。且满足 $U_C > U_B > U_E$ ，可见 V_1 是 NPN 硅管；

V_1 的三个极：②为 B，③为 E，①为 C；

因 V_2 管的 $U_{BE} = U_B - U_E = 0 \text{ V} + (-0.7) \text{ V} = -0.7 \text{ V}$ ，且满足 $U_C < U_B < U_E$ ，所以 V_2 是 PNP 型硅管。

V_2 的三个极：①为 E，②为 B，③为 C；

因 V_3 管的 $U_{BE} = U_B - U_E = 5.7 \text{ V} - 6 \text{ V} = -0.3 \text{ V}$ ，且满足 $U_C < U_B < U_E$ ，所以 V_3 是 PNP 型锗管。

V_3 的三个极：②为 B；①为 E；③为 C。

例 1-12 某晶体管的输出特性曲线如图 1-21 所示，试从图中估算出 β 、 I_{CEO} 、 I_{CBO} 、

$U_{(BR)CEO}$ 和 P_{CM} 的值。

解 由特性曲线, 再根据各参数的定义有

$$1) \beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{(3-2)\text{mA}}{(0.06-0.04)\text{mA}} = 50$$

$$2) I_{CEO} = I_C / I_{B=0} = 0.2\text{mA}$$

$$3) I_{CEO} = (1 + \beta) I_{CBO}$$

$$I_{CBO} = \frac{I_{CEO}}{1 + \beta} = \frac{0.2\text{mA}}{1 + 50} = 0.04\text{mA}$$

4) 当 $I_B = 0$ (基极开路) 时, U_{CE} 增加到 I_C 急剧上升时的 U_{CE} 值即是 $U_{(BR)CEO}$, 从图上知, $U_{(BR)CEO} = 25\text{V}$ 。

5) 从 P_{CM} 曲线上任取一点 ($U_{CE} = 10\text{V}$, $I_C = 4\text{mA}$), $P_{CM} = U_{CE} I_C = 10\text{V} \times 4\text{mA} = 40\text{mW}$ 。

例 1-13 放大电路如图 1-22 所示, 晶体管的 $\beta = 50$, $R_C = 1.5\text{k}\Omega$, $U_{BE} = 0.6\text{V}$, 1) 为使电路在 $R_P = 0$ 时, 晶体管刚好进入饱和状态 (即饱和压降 $U_{CES} = 0$), 求电阻 R 的值; 2) 若 R_P 的滑动端因接触不良而断路, 此时测得 $U_{CE} = 7.5\text{V}$, 求 R_P 的大小。

解 1) 由题意可知

$$I_C = \frac{9\text{V}}{1.5\text{k}\Omega} = 6\text{mA}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{6\text{mA}}{50} = 120\mu\text{A}$$

$$R = \frac{9\text{V} - 0.6\text{V}}{0.12\text{mA}} = 70\text{k}\Omega$$

2) 由题意可知

$$I_C = \frac{9\text{V} - 7.5\text{V}}{1.5\text{k}\Omega} = 1\text{mA}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{1\text{mA}}{50} = 20\mu\text{A}$$

$$R + R_P = \frac{9\text{V} - 0.6\text{V}}{20\mu\text{A}} = \frac{8.4\text{V}}{20\mu\text{A}} = 420\text{k}\Omega$$

$$R_P = 420\text{k}\Omega - 70\text{k}\Omega = 350\text{k}\Omega$$

例 1-14 用直流电压表测得图 1-22 所示电路中的电压 U_{CE} , 当 U_{CE} 的值分别为 1) $U_{CE} \approx 0$; 2) $U_{CE} \approx 9\text{V}$; 3) $U_{CE} = 4\text{V}$, 在这三种情况下晶体管分别工作在何种状态?

解 1) $U_{CE} \approx 0$ 时, 晶体管工作在饱和状态; 2) $U_{CE} \approx 9\text{V}$ 时, 晶体管工作在截止状态; 3) $U_{CE} = 4\text{V}$ 时, 晶体管工作在放大状态。

例 1-15 试说明图 1-22 所示电路当温度升高时, 集电极电流 I_C 会增加的原因。

解 晶体管的集电极电流可表示为

$$I_C = \beta I_B + (1 + \beta) I_{CBO}$$

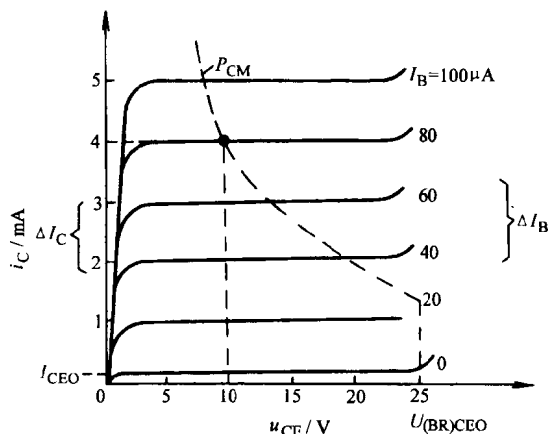


图 1-21 例 1-12 图

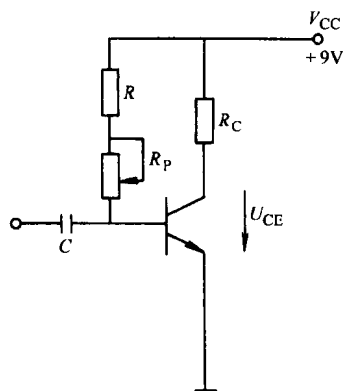


图 1-22 例 1-13 图

在图 1-22 所示电路中

$$I_B = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R + R_p}$$

又因为晶体管的 U_{BE} 具有负的电压温度系数, 即温度每升高 1°C , U_{BE} 就减小 $2 \sim 2.5\text{mV}$ 。由上式可知, 温度升高时, I_B 将增加, 进一步导致 I_C 增加; 还有 β 随温度每增加 1°C , 就增加 $0.5\% \sim 1\%$ 。 I_{CBO} 当温度每升高 10°C , 就增加一倍。这都将导致温度升高时, 集电极电流 I_C 的增加。

选 择 题

- 1-1 在本征半导体晶体中掺入五价元素的原子后成为 ()。
- a) 本征半导体 b) N 型半导体 c) P 型半导体
- 1-2 N 型半导体的多数载流子是 ()。
- a) 自由电子 b) 空穴 c) 正离子 d) 负离子
- 1-3 P 型半导体中的多数载流子是 (), N 型半导体中的多数载流子是 ()。
- a) 自由电子 b) 空穴 c) 正离子 d) 负离子
- 1-4 PN 结中扩散电流的方向是 (), 漂移电流的方向是 ()。
- a) 从 P 区到 N 区 b) 从 N 区到 P 区
- 1-5 当 PN 结正偏时, 空间电荷区中载流子的扩散电流和漂移电流相比 ()。
- a) 前者强于后者 b) 后者强于前者 c) 二者平衡
- 1-6 宏观上扩散电流 () 漂移电流的 PN 结, 是平衡的 PN 结。
- a) 大于 b) 小于 c) 等于
- 1-7 二极管的正向电阻远 () 反向电阻。
- a) 大于 b) 小于
- 1-8 锗二极管的导通电压 (), 死区电压 ()。小功率硅二极管的导通电压 (), 死区电压 ()。
- a) 0.7V b) 0.2V c) 0.3V d) 0.5V
- 1-9 二极管的导通条件是 ()。
- a) $u_D > 0$ b) $u_D > \text{死区电压}$ c) $u_D > \text{击穿电压}$ d) $u_D < \text{死区电压}$
- 1-10 当温度升高后, 二极管的正向电压 (), 反向电流 ()。
- a) 增大 b) 减小 c) 基本不变
- 1-11 稳压管的正向特性 () 用于稳压。
- a) 可以 b) 不可以
- 1-12 正偏时, 工作在线性区的小功率普通二极管的交流电阻 r_D 和直流电阻 R_D 相比 ()。
- a) $r_D < R_D$ b) $r_D = R_D$ c) $r_D > R_D$ d) 不一定哪个大
- 1-13 随着正向电流的增大, 普通二极管的直流电阻和交流电阻 ()。
- a) 二者都增大 b) 前者增大, 后者减小 c) 前者减小, 后者增大 d) 二者都减小

1-14 用万用表的“ $R \times 10$ ”档和“ $R \times 100$ ”档测量同一个二极管的正向电阻,两次测得的值分别是 R_1 和 R_2 ,则二者相比,()。

- a) $R_1 > R_2$ b) $R_1 = R_2$ c) $R_1 < R_2$ d) 说不定哪个大

1-15 把一个二极管直接同个电动势为 1.5V,内阻为零的电池正向连接,该管()。

- a) 击穿 b) 电流为零 c) 电流正常 d) 电流过大使管子烧坏

1-16 电路如图 1-23 所示,输出电压 U_O 应为()。

- a) 0.7V b) 8.7V c) 8V d) 7.3V

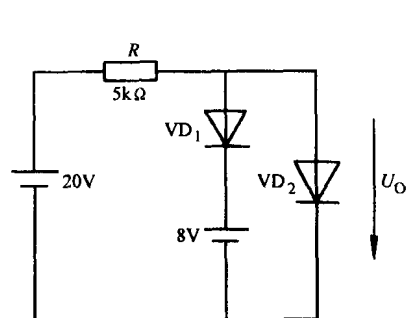


图 1-23 题 1-16 图

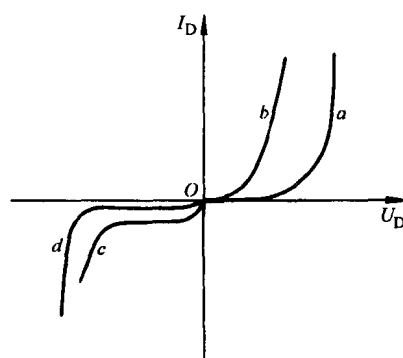


图 1-24 题 1-17 图

1-17 图 1-24 给出了锗二极管和硅二极管的伏安特性。锗管的特性曲线()。

- a) 由 a 和 c 组成 b) 由 a 和 d 组成 c) 由 b 和 c 组成 d) 由 b 和 d 组成

1-18 若将图 1-23 中的二极管 VD_2 的阳极和阴极引线对调连接,输出电压 U_O 应为()。

- a) 0.7V b) 8.7V c) 8V d) 7.3V

1-19 若将图 1-23 中的二极管 VD_1 和 VD_2 的引线都调换过来连接,输出电压 U_O 应为()。

- a) 8V b) 20V c) 8.7V d) 12V

1-20 由锗二极管 VD 、电源 E 和电阻 R ($R = 3k\Omega$) 组成的电路如图 1-25 所示,该电路中电流比较准确的值是()。

- a) 0 b) 0.27mA c) 0.4mA d) 0.5mA

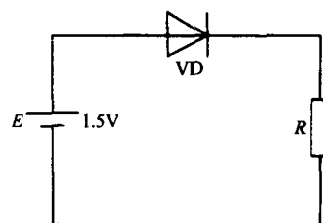


图 1-25 题 1-20 图

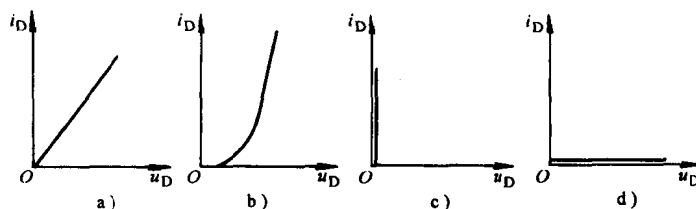


图 1-26 题 1-21 图

1-21 图 1-26 所示的几条曲线中,表示理想二极管正向伏安特性的是()。