

全国高职高专规划教材

# 模拟电子技术 实训教程

Analog Electronics  
in Practice

金惠平 主 编  
黄 强 副主编

全 国  
高 职 高 专  
规 划 教 材



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

全国高职高专规划教材

# 模拟电子技术实训教程

金惠平 主 编

黄 强 副主编

科 学 出 版 社

北 京

## 内 容 简 介

本书是根据教育部最新制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》组织编写的,本实训教程可以与《模拟电子技术》教材配合使用。

全书共分12章,前8章与教材《模拟电子技术》一一对应,安排了20多个实训项目,主要是单元实训电路的操作,以验证性实训为主,适当增加一些设计技能项目。第9章为课程设计,主要是要求学生掌握各种电路的测试方法和手段,提高学生综合处理和解决问题的能力。第10章为常用电子仪器和设备介绍,第11章为常用电子元器件的识别和判别,第12章为电子仿真技术的介绍,让学生掌握仿真技术及应用。

本书可作为高等职业技术学院和专科院校电子类、计算机类、自动控制类专业的实训教程及课程设计指导书。

### 图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术实训教程/金惠平主编. —北京:科学出版社,2003

全国高职高专规划教材

ISBN 7-03-012026-4

I. 模… II. ①金… ②黄… III. 模拟电路—电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第068677号

策划编辑:李振格/责任编辑:王日臣 袁永康

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2003年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16  
2003年8月第一次印刷 印张:10 1/4  
印数:1—5 000 字数:232 000

定价:15.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

## 全国高职高专规划教材编委会名单

主 任 俞瑞钊

副主任 陈庆章 蒋联海 周必水 刘加海

委 员 (以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 王 雷 | 王筱慧 | 方 程 | 方锦明 | 卢菊洪 | 代绍庆  |
| 吕何新 | 朱 炜 | 刘向荣 | 江爱民 | 江锦祥 | 孙光弟  |
| 李天真 | 李永平 | 李良财 | 李明钧 | 李益明 | 余根墀  |
| 汪志达 | 沈凤池 | 沈安衢 | 张 元 | 张学辉 | 张锦祥  |
| 张德发 | 陈月波 | 陈晓燕 | 邵应珍 | 范剑波 | 欧阳江林 |
| 周国民 | 周建阳 | 赵小明 | 胡海影 | 秦学礼 | 徐文杰  |
| 凌 彦 | 曹哲新 | 戚海燕 | 龚祥国 | 章剑林 | 蒋黎红  |
| 董方武 | 鲁俊生 | 谢 川 | 谢晓飞 | 楼 丰 | 楼程伟  |
| 鞠洪尧 |     |     |     |     |      |

秘书长 熊盛新

## 本书编写人员名单

主 编 金惠平

副 主 编 黄 强

撰 稿 人 金惠平 黄强 卢菊洪 张 丽 陆 波 叶 刚

# 前 言

随着现代科学技术的飞速发展,建立在科学理论和科学方法基础上的实验已成为一门技术和内容均十分庞大的知识体系。同样,电子实训技术本身也已逐步科学化,它不仅形成总量十分巨大的技术方法,而且还为自己建立了颇为完整的系统理论,为电子线路实验研究提供了科学依据和理论指导。掌握实验科学理论和研究方法是每个电子工程师必备的基本素质。高职高专教育的飞速发展,需要一本适用于高职高专学生和现代电子发展需要的电子类实训教程。

模拟电子技术是各理工科院校学生的必修科目,对培养学生理论联系实际的能力起着重要的作用。本书的编写以培养学生具有工程师基本素质为目的,根据教育部最新制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》,结合高职高专学生的实际需要,做到适应性强、有利于学生能力的培养和因材施教。以学生“技术应用能力的培养”为主线,以应用为目的,以“必需”和“够用”为度,与教材紧密结合,以验证性实训为主,适当增加一些设计技能项目。增加课程设计,主要是要求学生掌握各种电路的测试方法和手段,提高学生综合处理和解决问题的能力。实践证明,这个环节能使学生综合应用所学知识,拓宽知识面,系统地进行电子电路的工程实践训练,为后续课程的学习、各类电子设计竞赛、毕业设计乃至毕业后的工作打下良好的基础。同时增加模拟电路仿真实训,充分利用计算机辅助教学,让学生掌握信息技术。

本书是《模拟电子技术》一书的配套教材。全书共分12章,前8章与教材一一对应,安排了20多个实训项目,主要是单元实训电路的操作,以验证性实训为主,适当增加一些设计技能项目。第9章为课程设计,主要是要求学生掌握各种电路的测试方法和手段,提高学生综合处理和解决问题的能力。第10章为常用电子仪器和设备介绍,第11章为常用电子元器件的识别和判别,第12章为电子仿真技术的介绍,让学生掌握仿真技术及应用。本书可作为高等职业技术学院和专科院校电子类、计算机类、自动控制类专业的实训教程及课程设计指导书。

参加本书编写的有金惠平(第1、2、7、12章)、黄强(第10、11章)、卢菊洪(第3章)、张丽(第6章)、陆波(第4、8、9章)、叶刚(第5章)。金惠平负责全书的统稿及修改。

由于作者水平有限,书中难免有错漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2003年7月

# 目 录

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第 1 章 半导体器件基础 .....         | 1   |
| 1.1 实训一 常用电子仪器的使用 .....     | 1   |
| 1.2 实训二 晶体管的测试实验 .....      | 6   |
| 第 2 章 基本放大电路 .....          | 9   |
| 2.1 实训一 共射单管放大电路 .....      | 9   |
| 2.2 实训二 射极跟随器 .....         | 15  |
| 2.3 实训三 场效应管放大器 .....       | 18  |
| 2.4 实训四 两级放大电路 .....        | 22  |
| 第 3 章 集成运算放大电路 .....        | 25  |
| 3.1 实训一 差动放大电路 .....        | 25  |
| 3.2 实训二 OTL 功率放大电路 .....    | 29  |
| 3.3 实训三 集成功率放大电路 .....      | 33  |
| 第 4 章 负反馈放大器 .....          | 37  |
| 第 5 章 线性集成电路的应用 .....       | 42  |
| 5.1 实训一 集成比例求和运算电路 .....    | 42  |
| 5.2 实训二 集成积分和微分电路 .....     | 45  |
| 5.3 实训三 集成有源滤波器 .....       | 48  |
| 5.4 实训四 电压比较器 .....         | 53  |
| 第 6 章 波形发生电路 .....          | 58  |
| 6.1 实训一 RC 正弦波振荡器 .....     | 58  |
| 6.2 实训二 LC 正弦波振荡器 .....     | 61  |
| 6.3 实训三 压控振荡器 .....         | 64  |
| 6.4 实训四 集成波形发生器 .....       | 66  |
| 第 7 章 直流稳压电源 .....          | 70  |
| 7.1 实训一 整流滤波与并联稳压电路 .....   | 70  |
| 7.2 实训二 串联稳压电路 .....        | 73  |
| 7.3 实训三 集成稳压器 .....         | 76  |
| 第 8 章 晶闸管可控整流电路 .....       | 79  |
| 第 9 章 课程设计 .....            | 83  |
| 9.1 课程设计一 音响放大器设计 .....     | 83  |
| 9.2 课程设计二 集成直流稳压电源的设计 ..... | 93  |
| 9.3 课程设计三 水温控制系统 .....      | 98  |
| 9.4 课程设计四 万用电表的设计与调试 .....  | 101 |

---

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 第 10 章 常用电子实训设备 .....               | 106 |
| 10.1 YB4320 双踪示波器 .....             | 106 |
| 10.2 BJ4811 型晶体管特性图示仪 .....         | 112 |
| 10.3 XJ1630 数字函数信号发生器 .....         | 118 |
| 第 11 章 电子元器件实用知识 .....              | 121 |
| 11.1 电阻器的简单识别和型号命名法 .....           | 121 |
| 11.2 电容器的简单识别和型号命名法 .....           | 123 |
| 11.3 电感器的简单识别和型号命名法 .....           | 125 |
| 11.4 半导体器件的简单识别和型号命名法 .....         | 126 |
| 11.5 半导体集成电路型号命名法 (GB3430-82) ..... | 130 |
| 第 12 章 仿真技术 (Multisim) 及应用 .....    | 134 |
| 12.1 电路原理图设计工具 .....                | 134 |
| 12.2 元件库和元件编辑器 .....                | 141 |
| 12.3 Multisim 仿真分析 .....            | 146 |
| 参考文献 .....                          | 156 |

# 第 1 章 半导体器件基础

## ◆ 实训目的

- (1) 学习电子电路实验中常用的电子仪器——示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表等的主要技术指标性能及正确使用方法。
- (2) 初步掌握用双踪示波器观察正弦信号波形和读取波形参数的方法。
- (3) 通过用普通万用表测试二极管和三极管的特性曲线，加深对其特性曲线物理意义的理解。
- (4) 了解被测管子各极间的电压和电流在数值上的关系和特点。

## ◆ 实训内容

- (1) 常用电子仪器的使用
- (2) 晶体管的测试实验

### 1.1 实训一 常用电子仪器的使用

#### 一、实训原理

在模拟电子电路实验中，经常使用的电子仪器有示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表、万用电表等，可以用来完成对模拟电子电路的静态和动态工作情况的测试。

##### 1. 示波器

###### (1) 使用前的准备

打开电源开关前先设定各个控制键，如表 1.1 所示。

表 1.1

| 控制键               | 设定位置                             |
|-------------------|----------------------------------|
| 电源 (POWER)        | 电源开关键弹出                          |
| 亮度 (INTENSITY)    | 顺时针方向旋转                          |
| 聚焦 (FOCUS)        | 中间                               |
| AC-GDN-DC         | 接地 (GDN)                         |
| 垂直移位 (POSITION)   | 中间 (×5) 扩展键弹出                    |
| 垂直工作方式 (MODE)     | CH1                              |
| 触发方式 (TRIG MODE)  | 自动 (AUTO)                        |
| 触发源 (SOURCE)      | 内 (INT)                          |
| 触发电平 (TRIG LEVEL) | 中间                               |
| Time/Div          | 0.5ms/div                        |
| 水平位置              | ×1, (×5MAG) (×10MAG) ALT MAG 均弹出 |

所有的控制键设定后,打开电源。当亮度旋钮顺时针方向旋转时,轨迹大约 15 秒后出现,如仍找不到光点,可调节亮度旋钮,并按下“寻迹”板键,从中判断光点位置,然后适当调节垂直( $\uparrow\downarrow$ )和水平( $\rightleftarrows$ )移位旋钮,将光点移至荧光屏的中心位置。

## (2) 使用前的校正

先将示波器面板上各键置于如下位置:“显示方式”位于“X-Y”;“极性”选择位于“+”;“AC-GND-DC”开关位于“AC”;“微调开关”于“0.2V/div”档。然后用同轴电缆将校准信号输出端与 CH1 的输入端相连接,示波器屏幕上应显示幅度为  $0.5V_{p-p}$ 、周期为 1ms 的方波。调节“微调 V/div”、“微调”使方波易于读取,调节“辉度”、“聚焦”和“辅助聚焦”各旋钮使屏幕上观察到的波形细而清晰,调节亮度旋钮于适中位置。

## (3) 信号的测量

### ● 直流电压的测量

设定 AC-GND-DC 开关至 GND,将零电平定位到屏幕上的最佳位置。这个位置不一定在屏幕的中心。将被测信号接入示波器 CH1 输入端,直流信号将会产生偏移,然后调节触发“电平”,使波形稳定。如图 1.1 所示。

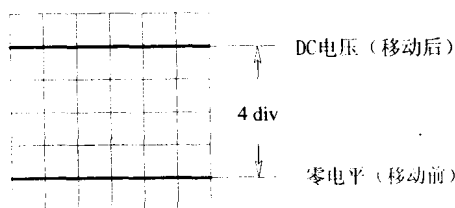


图 1.1

如果 Volts/div 为 50mV/div 档,示波器读数为 4div (格),则计算方法为:

$$50\text{mV/div} \times 4\text{div} = 200\text{mV}_{p-p}$$

当然如果探头为 10:1,实际信号的值就是  $\times 10$  为  $2V_{p-p}$ 。

### ● 交流电压的测量

与测量直流电压一样,将垂直输入耦合选择开关置于“AC”,根据被测信号幅度和频率对“V/div”开关和“Time/Div”开关选择适当的档级,将被测信号接入 V/div 示波器 CH1,如图 1.2 所示。

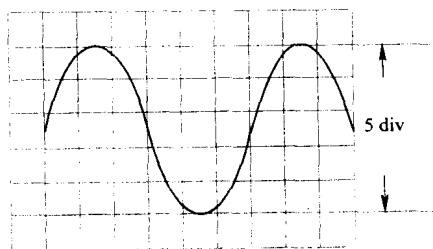


图 1.2

如果输入端 Volts/div 为 1V/div 档,示波器读数为 5div (格),则计算方法为:

$$1\text{V/div} \times 5\text{div} = 5V_{p-p}$$

当然如果探头为 10:1, 实际值为  $50 V_{p-p}$ 。

### ● 频率和时间的测量

如图 1.3 所示, 如果一个周期在屏幕上为 2 div (格), 扫描时间为  $1 ms/div$ , 则周期为:

$$1 ms/div \times 2 div = 2.0 ms$$

由此可得, 频率为  $1/2 ms = 500 Hz$ , 如果运用  $\times 5$  扩展, 那么  $Time/div$  则为指示值的  $1/5$ 。

### ● 相位差的测量

同时按下 CH1 和 CH2 按钮, 屏幕上会出现双踪并自动以断续或交替方式同时显示 CH1 和 CH2 上的信号。调 CH1 和 CH2 上的移位按钮, 使两条扫描基线重合。然后读数, 如图 1.4 所示。周期为 4 div (格) 两曲线相差 0.5 div, 则它们的相位差为:

$$\Phi = \frac{0.5 div}{4 div} \times 360^\circ = 45^\circ$$

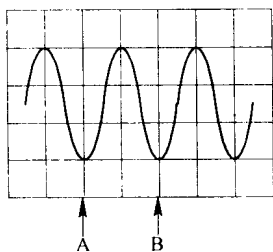


图 1.3

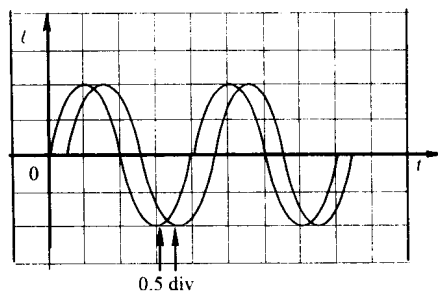


图 1.4

## 2. 函数信号发生器

函数信号发生器按需要可输出正弦波、方波、三角波三种信号波形。输出信号电压幅度可由输出幅度调节旋钮进行连续调节。输出信号电压频率可以通过频率分档开关进行调节, 并由频率计读取频率值。

函数信号发生器作信号源, 它的输出端不允许短路。

## 3. 晶体管毫伏表

晶体管毫伏表只能在其工作频率范围内, 用来测量正弦交流电压的有效值。为了防止因过载而损坏, 测量前一般先把量程开关置于量程较大位置处, 然后在测量中慢慢减小量程。接通电源后, 将输入端短接, 进行调零。然后断开短路线进行测量。

## 二、实训仪器与设备

- 双踪四迹示波器 (YB4320), 1 台
- 低频信号发生器 (XJ1630), 1 台
- 双路稳压电源 (WYK302B2), 1 台

- 晶体管毫伏表（DA16），1 只
- 数字式（或指针式）万用表，1 只

三、实训内容和步骤

1. XJ1630 型信号发生器及 DA16 晶体管毫伏表的使用

信号频率的调节方法：按下面板下方“频率范围”波段开关并配合右上方三个“频率调节”旋钮，可以输出 20Hz~200kHz 范围内任意的正弦信号。当“输出衰减”旋钮为 0dB 时，调节输出细调使表头指示为 1V。直接将“频率范围”、“频率调节”中“×1、×0.1、×0.01”旋钮的对应位置写入表 1.2 中。要求掌握 XJ1630 信号源输出频率的选取方法。

表 1.2

| 待调频率   | 频率范围钮位置 | 各频率调节旋钮位置 |      |       |
|--------|---------|-----------|------|-------|
|        |         | ×1        | ×0.1 | ×0.01 |
| 20Hz   |         |           |      |       |
| 350Hz  |         |           |      |       |
| 1kHz   |         |           |      |       |
| 35kHz  |         |           |      |       |
| 200kHz |         |           |      |       |

将 XJ1630 信号发生器频率调至 1kHz，并调节“输出细调”旋钮使表头指示保持为满刻度（5V）。用晶体管毫伏表直接测量信号发生器，在不同“输出衰减”位置时的输出电压记入表 1.3 中（注意要正确连线）。

表 1.3

| XJ1630 | “输出衰减”位置（dB） | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
|--------|--------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
|        | 输出计算值（mV）    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|        | 读取值（mV）      |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|        | “测量范围”位置     |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 相对误差   |              |   |    |    |    |    |    |    |    |    |

要求掌握 XJ1630 输出衰减的作用，能够灵活使用它以输出所需大小的电压。

测量一个  $f=1.5\text{kHz}$  幅度为 1mV 的信号，XJ1630 各旋钮应置于何位置才能做到调节方便？请用实验证明之。

将信号发生器输出电压调到 1V 位置，然后将输出衰减开关分别置于 0dB、20dB、40dB、60dB 的位置，用毫伏表测量其输出电压，从 XJ1630 表头指示值与实际输出的关系，体验并总结“输出衰减”的功能及其灵活应用。将数据记录在表 1.3 中。

总结毫伏表 DA16 精确读值的正确使用方法。

2. 示波器的使用（以 YB4320 为例）

（1）示波器的调整

示波器接通电源，待预热后顺时针调节“辉度”旋钮，将触发方式开关置于 AUTO，Y 轴、X 轴位移旋钮置中，这时屏幕上显示出一条扫描基线，调“聚焦”旋钮使基线细而清晰。

(2) 学习并掌握下列旋钮的作用

调整 XJ1630 输出 2V、1kHz 信号，作为示波器输入信号（怎样连线？）。调节示波器有关旋钮使屏幕上显示出清晰而稳定、幅度为 4 格的三个完整波形，按表 1.4 逐一了解各旋钮功能，注意每次只调节一个旋钮，调完后恢复原状，再动另一个旋钮。

表 1.4

|        |          |     |     |      |      |      |      |
|--------|----------|-----|-----|------|------|------|------|
| XJ1630 | “输出衰减”位置 |     | 0dB | 10dB | 20dB | 30dB | 40dB |
|        | 实际输出计算值  |     |     |      |      |      |      |
|        | 实际测量值    |     |     |      |      |      |      |
|        | V/div 位置 |     |     |      |      |      |      |
|        | Vp-p 值   | 格 数 |     |      |      |      |      |
|        |          | 电压值 |     |      |      |      |      |
|        | 换算成有效值   |     |     |      |      |      |      |
|        | 相对误差     |     |     |      |      |      |      |

注：表中结果记录能画波形的画波形，其余可简述。

(3) 用示波器测量信号幅度

XJ1630 信号发生  $f=1\text{kHz}$ ，表头指示为 4V。示波器“微调”旋钮至“校准”位置，适当改变 V/div 的位置，测试表 1.5 的内容。

表 1.5

| 旋转名称        | 屏幕显示结果记录 |      |      | 功能分析 |
|-------------|----------|------|------|------|
|             | 逆时针旋     | 位置适中 | 顺时针旋 |      |
| ↑ ↓         |          |      |      |      |
| ↔           |          |      |      |      |
| KEVEL       |          |      |      |      |
| Time/div 细调 |          |      |      |      |
| V/div 细调    |          |      |      |      |
| V/div       |          |      |      |      |
| Time/div    |          |      |      |      |

(4) 示波器测量信号周期及频率

先校准 TIME/div 灵敏度（扫描速度“微调”旋钮置“校准”位置），XJ1630 输出 2 V。按表 1.6 记录。

表 1.6

| 信号频率（kHz）   |     | 0.5 | 1 | .5 | 50 | 100 | 500 | 1000 |
|-------------|-----|-----|---|----|----|-----|-----|------|
| Time/div 位置 |     |     |   |    |    |     |     |      |
| 一周期内水平格数    |     |     |   |    |    |     |     |      |
| 周期          | 理论值 |     |   |    |    |     |     |      |
|             | 实测值 |     |   |    |    |     |     |      |
| 信号频率        |     |     |   |    |    |     |     |      |
| 相对误差        |     |     |   |    |    |     |     |      |

注意：为保证测量精度，减少读数误差，应显示几个波形。

## 四、实训报告要求

- (1) 根据实训记录, 列表整理、计算实训数据, 描绘观察到的波形图。
- (2) 通过本实训总结如何正确使用示波器。

## 五、思考题

- (1) YB4320 的“高频”、“常态”、“自动”三种触发方式有什么区别? 通过实验对它们的操作特点及适用场合加以总结。
- (2) 预测一个 1kHz、1V 的信号, 应选用何种仪表测量?

## 1.2 实训二 晶体管的测试实验

### 一、实训原理

#### 1. 二极管伏安特性测试

用逐点法测试二极管正、反向伏安特性, 逐点改变加在二极管两端电压  $U_D$ , 测出各点  $U_D$  相对应的电流  $I_D$ , 即可描绘出伏安特性曲线。

#### 2. 三极管共发射极组态伏安特性测试

三极管共发射极组态的伏安特性有输入特性和输出特性。

##### (1) 输入特性

可用函数式:  $I_B = f(U_{BE}) \mid U_{CE} = \text{常数}$  来表示, 即在  $U_{CE}$  电压保持不变的情况下, 基极输入回路中  $U_{BE}$  和  $I_B$  之间的关系。一般当  $U_{CE} > 2\text{ V}$  后, 输入特性基本重合。

##### (2) 输出特性

可用函数:  $I_C = f(U_{CE}) \mid I_B = \text{常数}$  来表示, 即在基极电流  $I_B$  保持不变的情况下, 在集电极输出回路中  $U_{CE}$  和  $I_C$  之间的关系。

### 二、实训仪器与设备

- 双踪四迹示波器 (YB4320), 1 台
- 低频信号发生器 (XJ1630), 1 台
- 双路稳压电源 (WYK302B2), 1 台
- 晶体管毫伏表 (DA 16), 1 只
- 数字式 (或指针式) 万用表, 1 只

### 三、实训内容和步骤

#### 1. 测量二极管正、反向特性

##### (1) 测正向伏安特性时

按图 1.5 相接, 电源  $E=3\text{ V}$ , 电流用直流毫安表档测量。调电位器  $R_p$  使  $U_D$  等于表 1.7

的数值，测量出相对应的  $I_D$  并记录到表中。

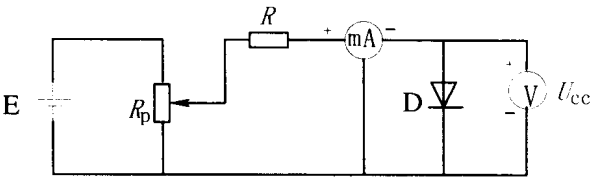


图 1.5

表 1.7 二极管的正向特性

| $U_D(\text{V})$    | 0 | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 |
|--------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $I_D(\mu\text{A})$ |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

(2) 测反向伏安特性

把二极管极性对调相接，电源  $E=30\text{V}$ ，电流用直流微安档测量。调电位器  $R_P$  使  $U_D$  等于表 1.8 的数值，测量出相对应的  $I_D$  并记录到表中。

表 1.8 二极管的反向特性

| $-U_D(\text{V})$    | 0 | 2 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 |
|---------------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| $-I_D(\mu\text{A})$ |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |

2. 测量三极管的输入、输出特性

(1) 测量三极管的输入特性

按图 1.6 接线，在开启电源前，将  $U_{BE}$  调至  $3\text{V}$ ， $U_{CC}$  置于零位，然后开启电源，仍使  $U_{CC}=0\text{V}$ ，并维持不变，即  $U_{CE}=0\text{V}$ ，然后调节  $R_P$ ，使  $U_{BE}$  由  $0\text{V}$  开始逐渐增大，读测并记录与  $U_{BE}$  各点相对应的  $I_B$ ，填入表 1.9 中。

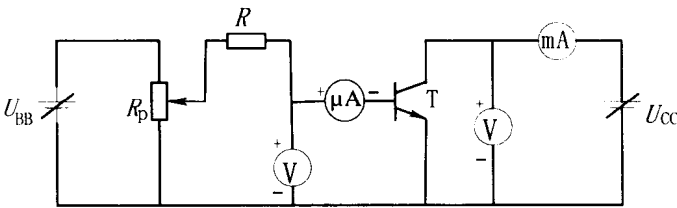


图 1.6

表 1.9 三极管的输入特性

| $U_{BE}(\text{V})$ |                    | 0 | 0.10 | 0.30 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
|--------------------|--------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $U_{CE}=0\text{V}$ | $I_B(\mu\text{A})$ |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                    |                    |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

再调节电源  $U_{CC}=2\text{V}$ ，并维持不变，即  $U_{CE}=2\text{V}$ 。再调节  $R_P$ ，使  $U_{BE}$  由  $0\text{V}$  开始增大，记下与各点  $U_{BE}$  相对应的  $I_B$ ，填入表 1.9 中。

(2) 测量三极管的输出特性

连接线路不变，调节  $R_P$  使  $I_B=0\mu A$ ，并维持不变，再调节稳压电源，使  $U_{CC}$  由 0V 逐点增大，测量出相应  $I_C$ ，记于表 1.10 中。

调节  $R_P$  使  $I_B$  分别为表 1.10 其他各值，重复上述测量。

表 1.10 三极管的输出特性

| <div><div><div><math>U_{CE}(V)</math></div><div><math>I_C(mA)</math></div><div><math>I_B(\mu A)</math></div></div></div> <div></div> | 0 | 0.20 | 0.50 | 1 | 5 | 10 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|------|---|---|----|
| 0                                                                                                                                    |   |      |      |   |   |    |
| 20                                                                                                                                   |   |      |      |   |   |    |
| 40                                                                                                                                   |   |      |      |   |   |    |
| 60                                                                                                                                   |   |      |      |   |   |    |
| 80                                                                                                                                   |   |      |      |   |   |    |
| 100                                                                                                                                  |   |      |      |   |   |    |
| 120                                                                                                                                  |   |      |      |   |   |    |

四、实训报告要求

- (1) 整理数据，填好表格。
- (2) 根据测试结果，用方格坐标描绘二极管正、反向特性曲线和三极管输入、输出特性曲线。
- (3) 通过输出特性曲线，在  $U_{CE}=6V$ ， $I_B=40\mu A$  的工作点上求取共发射极直流电流放大系数  $\bar{\beta}$  和交流电流放大系数  $\beta$ 。

五、思考题

- (1) 如果要测试硅二极管的正向特性，应如何较合理地安排测试点？为什么？
- (2) 测试 PNP 型三极管时，电源应如何连接？

## 第2章 基本放大电路

### 2.1 实训一 共射单管放大电路

#### 一、实训目的

- (1) 熟悉电子元器件和模拟电子实验台。
- (2) 学会放大器静态工作点的调试方法及其对放大器性能的影响。
- (3) 掌握放大器电压放大倍数、输入电阻、输出电阻及最大不失真输出电压的测试方法。
- (4) 学习放大器的动态性能。

#### 二、实训原理

##### 1. 静态工作点的估算

图 2.1 为电阻分压工作点稳定单管放大器实训电路图。它的偏置电路采用  $R_{b1}$  和  $R_{b2}$  组成的分压电路，并在发射极中接有电阻  $R_e$ ，以稳定放大器的静态工作点。

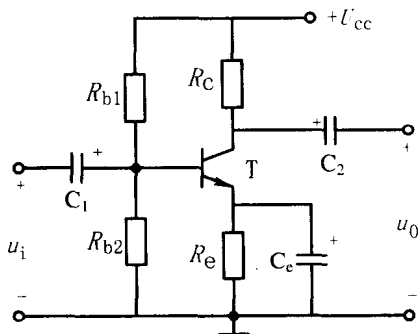


图 2.1

图 2.1 电路中，当流过偏置电阻  $R_{b1}$  和  $R_{b2}$  的电流远大于晶体管 T 的基极电流  $I_B$ （一般 5~10 倍）时，则它的静态工作点可用下式估算：

$$U_B \approx \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} U_{CC}$$

$$I_E = \frac{U_B - U_{BE}}{R_e} \approx I_C$$

$$U_{CE} = U_{CC} - I_C (R_C + R_e)$$