

电工技术实验指导书

(下)

常州工业技术学院电气系

一九八九年六月

《电工技术》实验指导书

(下册)

常州工学院电工教研组编

1989年6月

前 言

《电工技术》是一门技术基础性质的课程。因此，实验是本课程中一个必不可少的环节。通过实验，应达到如下几项基本要求：

- (1) 巩固、加深理解和验证所学的理论知识；
 - (2) 能初步掌握常用电工、电子仪器设备的使用方法，掌握一定的测量技术和调试方法。
 - (3) 学会正确地处理实验数据，逐步培养分析实验结果、编写实验报告的能力。
 - (4) 培养严谨、求实科学作风以及爱护公共财物的优良品质。
- 凡是参加实验的学生，每次实验前，必须仔细阅读本次实验指导书的全部内容，明确本次实验的目的和要求；理解实验步骤和需要测试、记录数据的意义；复习与实验内容有关的理论知识和仪器设备的使用方法。（详见附录）。

一、实验中应注意的事项：

1. 检查所用的仪器设备是否齐全和完好。
2. 实验中所需采用的实验板或实验装置，应检查其接线是否正确，有否断线及开焊等情况。同时，要熟悉元器件的安装位置，以便在实验时能迅速、正确地找到测量点。
3. 按照实验要求，联接好或焊好实验线路。经指导教师检查无误后，方可通电实验。
4. 在实验过程中，如发现异常情况，应立即切断电源并通知指导教师。只有在找出并排除故障后，方可继续进行实验。

5. 测量数据和仪器调整时要仔细、认真。随时随地注意设备、人身安全。对220V以上的市电进行操作时，更不可掉以轻心。

6. 实验内容完成后，应将实验数据等交给指导教师审查，经认可后才能拆线。拆线前必须先切断电源。最后应将全部仪器设备复归原位，并整理好导线和桌面之后，方可离开实验室。

7. 爱护仪器、设备等一切公共财物。如有损坏，本人应写出书面报告，并按实验室规章制度予以处理。

二、实验报告的要求

每次实验后，学生都应编写实验报告。一般有如下几部分内容：

1. 实验名称、日期、同组人姓名。

2. 实验所用仪器、设备的型号、规格及编号。（出厂编号或实验室编号）

3. 画出电原理图。

4. 整理、处理数据。

5. 分析及讨论。

三、实验报告必须按时交给指导教师审阅、批改，以作为平时成绩的一个组成部分。

本指导书分为上、下两册。上册为电路、电机及控制部分，由邓乃绥老师编写；下册为电子技术部分，由宋耀平老师编写。各专业可根据实际需要，选用一册或两册。

电子实验中最常用的器有：电子示波器、音频信号发生器、电子毫仪表、直流稳压电源以及万用表。（包括数字式万用表）

要学会准确、熟练地使用上述仪器。这是一项重要的实验技能。

一、实验目的：

1. 在观看“电子仪器使用”电教片的基础上，通过本次实验的实际操作，以初步掌握常用电子仪器的使用方法。

2. 学会用万用表来辨别晶体二极管、三极管的管脚以及初步判断其好坏的方法。

3. 识别电阻、电感、电容等常用的电子元器件。

二、实验内容及步骤：

(一) 电子仪器使用练习

1. 认真听取指导教师有关电子仪器使用方法的介绍和演示。

(2) 用电子示波器观察音频信号发生器在1 KHz、2 V时的输出波形。

(3) 用电子毫伏表测量音频信号发生器在上述情况下的输出电压。（有效值）

(4) 用万用表（指针式或数字式）的直流电压档来测量直流稳压电源的输出电压。例如12 V。

(二) 用指针式万用表来辨别二极管、三极管的管脚与好坏。

1. 二极管

将万用表拨到 $R \times 100$ 或 $R \times 1 K$ 档，然后，将黑表笔

(接表内干电池的正极)接到二极管的一个极而将红表笔接到另一个极上。如附图1—1所示。若电表指示的电阻值较小(通常约 $100\Omega \sim 1\text{K}\Omega$)。则黑表笔所接的是二极管的正(阳)极;若电表指示的电阻值较大(通常为几百千欧)。则调换试笔位置。重新测量一次。若发现电阻值仍较大。则表表明此二极管已损坏。必须更换。

2 三极管

(1) 由于三极管的基极分别与发射极、集电极构成二个PN结(发射结与集电结)。它们的正向电阻很小。而反向电阻却较大。为此。在测量时。先将任一表笔接于某个被认定的管脚上(一般为中间管脚)。另一表笔先后接到其余的二个管脚上。如果测得的阻值都很大(或都很小)。然后。调换表笔位置。重复上述测量。若结果与之相反。即都很小(或都很大)。则可断定。原认定的那个管脚为三极管的基极b。测试方法见附图1—2所示。

当黑表笔接在基极时。测得的二个阻值均很小。则可确定该三极管为NPN型的;反之。若测得的二个阻值都很大。则为PNP型的。

(2) 判断集电极和发射极。以NPN管为例。使基极悬空。将黑、红表笔分别接到另二个极上。如图1—3所示。观察表针指示值。然后。将黑表笔所接的极与基极一起用手指捏住。此时。人体电阻相当于附图1—4中所示的偏置电阻 R_b 。若表针指示的阻值减小。则黑表笔所接的是三极管的集电极;若无明显变化。测将黑表笔改接到另一管脚上再试。若仍无明显变化。则说明此三极管的电流放大系数 β 太小。或可能已损坏。

(3) 粗测三极管性能的好坏:

在三极管的三个极已被确定的前提下。将基极悬空。测量集电极与发射之间的阻值。如附图1—5所示。一般应在几千欧以上。若此阻值太小。则表明此三极管的穿透电流 I_{CEO} 太大。性能不好;若此阻值极大。则表明此三极管可能已损坏。此方法适用于小功率三极管。

(三) 通过陈列电子元器件的小窗柜。识别常用的电阻、电感、电容等元件。

* (四) 用晶体管图示仪实测二极管、三极管的特性曲线。(由指导教师演示)

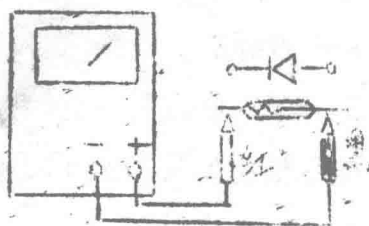
三 思考题

1. 以NPN型三极管为例。由判断三极管集电极和发射极的方法。试画出相应的电路图来。并说明其原理所在。

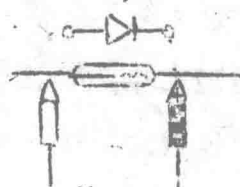
2. 如何判断PNP型三极管的集电极和发射极?

3. 试归纳说明NPN型(硅)三极管与PNP型(锗)三极管的区别。

(Ω)

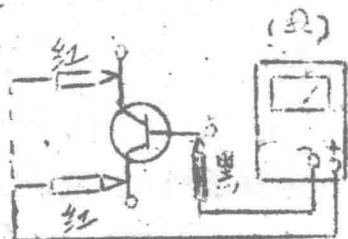


(a) 电阻小

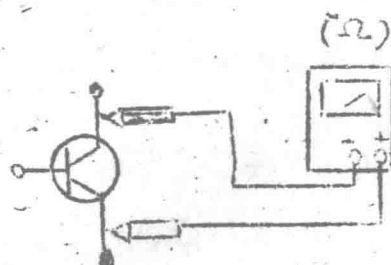


(b) 电阻大

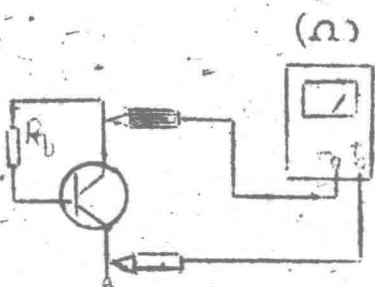
附图1-1 二极管测试图



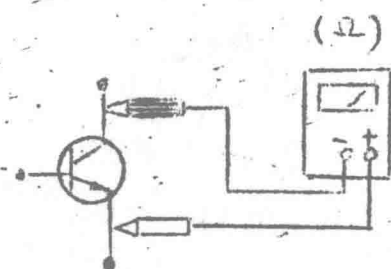
附图1-2 判断三极管的类型



附图1-3



附图1-4 判断发射极集电极



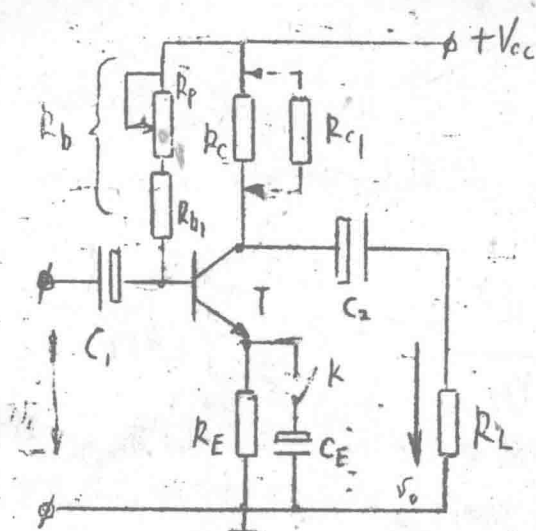
附图1-5 测穿透电流

实验二 单管交流电压放大电路

一 实验目的

1. 观察与测量静态工作点对放大电路的电压放大倍数以及输出波形的影响。
2. 验证集电极电阻 R_C 和负载电阻 R_L 对电压放大倍数的影响。
3. 观察负反馈对放大电路性能的影响。

二 实验电路原理图



参数值:

$$\begin{aligned}
 V_{CC} &= 12V & R_P &= 1M\Omega \text{ (可调)} \\
 R_{b1} &= 100k\Omega & R_C &= 4k\Omega \\
 R_{c1} &= 4k\Omega & R_E &= 50 \sim 100\Omega \\
 R_L &= 2k\Omega & C_1 = C_2 &= 10\mu F / 15V \\
 T &= 3DG6 & \beta &= 30 \sim 50
 \end{aligned}$$

三 实验内容及步骤

1. 对照检查实验电路板和实验装置。接线经指导教师检查无误后, 方可接通电源。

2. 将K处于接通位置，断开 R_L ($R_L \rightarrow \infty$)，输入交流信号 $f = 1 \text{ KHz}$ ， $V_i = 5 \text{ mV}$ 。调节 R_p ，用示波器观察不失真的输出电压 v_o 的波形。测量其有效值 V_o 。计算电压放大倍数 A_v ，并与估算值相比较。估算值 A_v 可按式计算：

$$|A_v| = \frac{\beta R_{bc}}{r_{be}} \quad r_{be} = 300 + (1 + \beta) \frac{26}{I_E} \quad (*)$$

$$I_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R_b + (1 + \beta) R_E} \quad ; \quad I_E = (1 + \beta) I_b$$

3. 保持 R_b 、 V_i 不变。将 R_{c1} 与 R_C 并联。测量 v_o 。计算电压放大倍数 A_v ，并与估算值相比较。

4. 保持 R_b 、 V_i 、 $R'_C = R_C$ 、 $R_C = 2 \text{ K}\Omega$ 不变。接入 R_L 。测量 V_o 。计算 A_v 。并与估算值相比较。

估算值 A_v 可按式计算：

$$|A_v| = \frac{\beta R'_C}{r_{be}} \quad R'_C = R_C // R_L$$

5. 逐渐减小 R_p ，用示波器观察 v_o 失真情况，然后，断开K（加入交流负反馈），再观察 v_o 的波形幅度和失真程度有否变化？

6. 逐渐增大 v_i ，用示波器观察 v_o 失真情况，然后，断开K，再观察其失真程度有否得到改善？

四 实验总结报告要求：

1. 分析电压放大倍数 A_v 的测量值与估算值不同的原因何在？

2. 归纳说明 R_P 、 R_C 、 R_L 的大小对 U_o 的波形以及 A_v 有何影响?

五、预习要求及思考题

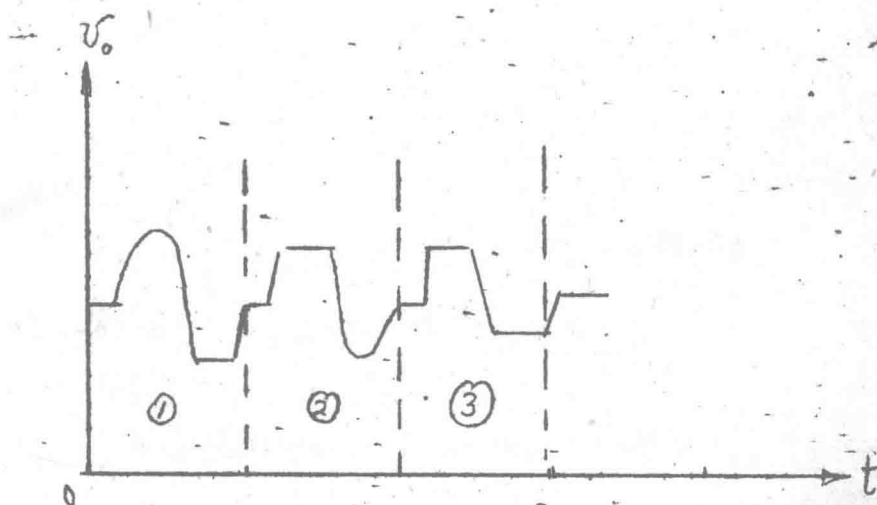
1. 预习单管放大电路的工作原理及各元件的作用。

2. 如何测量 R_b 的数值? 如不断开它与基极的联结线可以否? 为什么?

3. 设 $V_{CC} = 12V$ 、 $R_C = 2K\Omega$ 、 $R_E = 0$ 、 $\beta = 50$ ，试估算 R_b 小于多少千欧时，输出电压才会出现饱和失真?

4. 引入交流负反馈后，对放大电路会产生哪些主要影响?

5. 试分析下图所示(1)、(2)、(3)三种输出电压 U_o 的波形，它们分别属于什么类型的失真? 是什么原因造成的? 应如何解决?



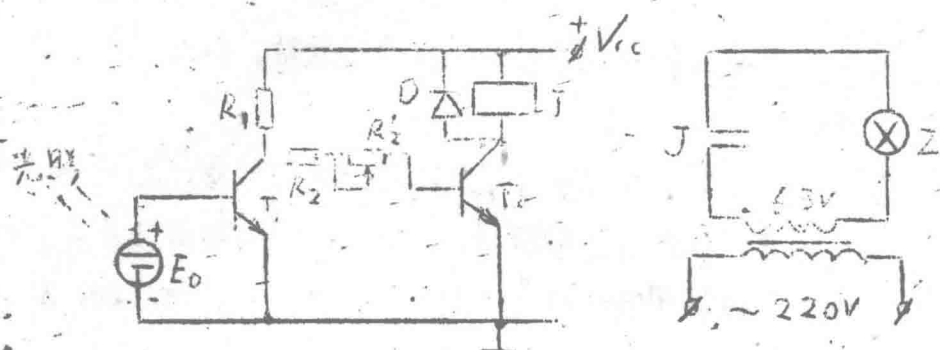
(*) 此式适用于低频小功率管。对高频管也可作为参考。

实验三 光电继电器

一、实验目的

1. 了解三极管的开关作用。(三极管处于截止、饱和状态)
2. 了解光电继电器的动作原理。
3. 学习焊接电子线路。

二、实验电路原理图



电路参数及型号:

$V_{cc} = 6V$; $R_1 = 4K\Omega$, $R_2 = 5K\Omega$, $R_2' = 4.7K\Omega$ (可调)

J: 灵敏继电器 JRX-13F Z: 小灯泡 6.3V, 1W

E_0 : 硅光电池 3CR31 D: 锲流二极管

T_1, T_2 : 3DG6, $\beta \approx 60$ 左右 2CP10

原
书
缺
页

原
书
缺
页

三 实验内容及步骤

1. 自激振荡的消除及零点调正

断开 C, 且使 $U_i = 0$ (无输入)。接通 $\pm 12\text{V}$ 直流电源后, 用示波器观察运算放大器的输出 U_o 。有否自激振荡现象? 若有, 则通过调节 C_b 的大小来消振; 然后调节 R_P , 使 $V_o = 0$ (零点调正)。

2. 反相比例运算

断开 A, 接通 B, C。调节 R_w , 使运算放大器反相输入端有 $V_i = 1\text{V}$ 的直流信号电压输入。用直流电压表测出输出电压 $V_o = ?$

3. 积分运算

断开 B, 接通 A, C, 仍维持 $V_i = 1\text{V}$, 用示波器观察 U_o 的波形并记录之。

4. 同相比例运算

断开 A, C, 接通 B, 在输入端(2)处输入由矩形脉冲发生器提供的 100Hz 、 0.5V 的方波信号 U_i , 用双线示波器观察输入、输出端的波形并记录之。

四 实验总结报告要求:

1. 整理实验数据, 计算反相、同相比例运算关系 $V_o / V_i = ?$, 并与理论值进行比较。分析产生误差的原因。

2. 回答下列问题

(1) 运算放大器是否对输入信号的幅度和频率有一定的要求?

为什么?

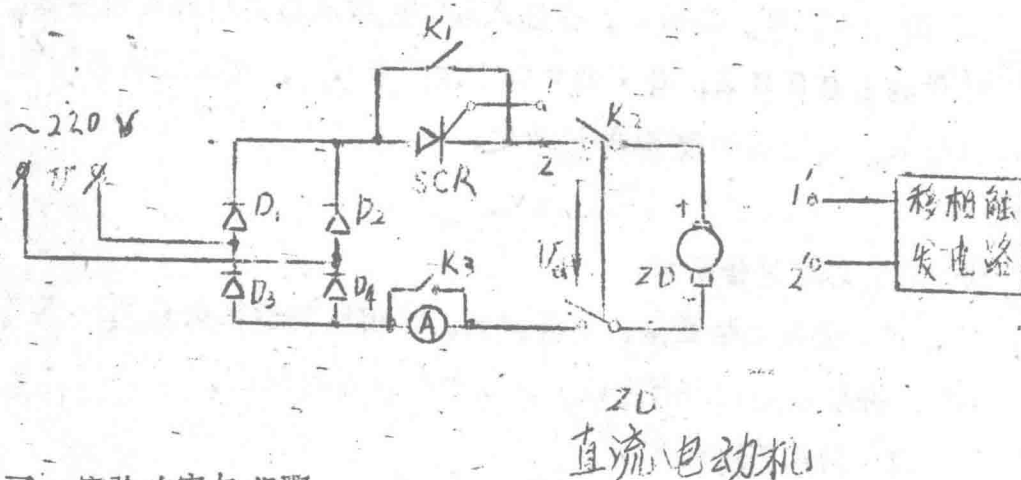
(2) 写出积分运算关系。从理论上讲, 输出 u_o 与时间 t 成正比, 随着 t 的增加, $|u_o|$ 会无限地增长上去。但在实际上, 当 $|u_o|$ 达到某极限值时就不再增长了, 为什么? 此极限值约为多少?

实验五 不控与可控整流电路

一 实验目的

1. 巩固不控、可控整流电路的有关概念。
2. 验证不控、可控整流电路中的定量计算关系。
3. 进一步掌握电子示波器、万用表等仪器的使用方法。

二 实验电路原理图



三 实验内容与步骤

1. 按图接线无误后, 接通电源。

2. 将 K_1 闭合, K_2 断开, 成单相桥式不控整流电路。用万用表的电压档分别测量电源电压 V (交流有效值) 和输出电压 V_d (平均值) 的大小, 用示波器观察 U_d 的波形。

3. 合上 K_2 , 接通负载。观察直流电动机 ZD 的起动和空载运行情况。

4. 断开 K_1 和 K_2 , 使可控硅 SCR 的门极部分与触发电路相联 (即1'—1, 2'—2相联), 此时, 成单相桥式半控整流电路。用双线示波器观察当控制角 α 分别为 30° , 60° , 90° 时 U_d 的波形, 并用直流电压表 (万用表的直流电压档) 测出相应的 V_d 值。

5. 合上 K_2 , 观察 ZD 的起动和运行情况。

四 实验总结报告要求

1. 当断开 K_2 (空载) 时, 分别验证不控整流和可控整流时 V_d 与 V 之间的数量关系。分析产生误差的可能性原因。

2. 分别绘出不控整流和可控整流时 (α 分别为 30° , 60° , 90°) U 与 U_d 的波形曲线。

五 思考题

1. 当接通负载时, U_d 的幅值和波形有何变化? 为什么?

2. 直流电动机为感性负载。为使可控硅 SCR 出现直通、关不断等异常情况, 应采取什么解决措施?