

电工电子技术综合实验教程

主 编 金余义 刘鹏厚

北京理工大学出版社



电工电子技术综合实验教程

主 编 金余义 刘鹏厚
副主编 马世杰 孙文汇 王 磊

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书是根据教育部对电工电子技术课程教学的基本要求,结合多年来的实验教学经验,以及在认真吸取了大量同类实验指导书优点的基础上编写而成的。

全书分为4个部分,内容包括:电路原理实验、电机与拖动基础实验、模拟电子技术实验和数字电子技术实验。每部分实验都包含16个实验项目,既有认识实验和验证实验,也有综合实验和设计实验,以供不同专业的教师和学生选做。

本书篇幅不长,但包括了电工电子技术课程的主要内容,基本上可以满足各所高校电类和非电类本、专科各班次实验教学的需要。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术综合实验教程/金余义,刘鹏厚主编. —北京:北京理工大学出版社,2016.9

ISBN 978-7-5682-3258-6

I. ①电… II. ①金…②刘… III. ①电工技术-实验-高等学校-教材
②电子技术-实验-高等学校-教材 IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第245212号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京泽宇印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/15

字 数/352千字

版 次/2016年9月第1版 2016年9月第1次印刷

定 价/47.00元

责任编辑/李慧智

文稿编辑/张 雪

责任校对/王素新

责任印制/李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

电工电子技术是一门实践性很强的入门性专业技术基础课。因此,除了完善课堂讲授这一主要的教学环节外,还必须重视和加强课程的实践环节,使理论教学密切联系实际,在实践中着重培养学生的实际操作能力及其独立分析问题和解决问题的能力等。

电工电子技术实验是增强学生电工电子技术实践能力的关键环节。通过实验,可以巩固和扩充课堂讲授的理论知识,培养学生进行科学实验的基本技能和严谨的工作作风;可使学生具备电工电子电路的分析设计能力;熟悉实验仪器的基本工作原理,并掌握其使用方法;具备自行拟订实验方案、步骤,检查、排除故障,分析综合实验结果以及撰写实验报告的能力,同时为学习后续课程和从事实践技术工作奠定基础。

为了满足电工电子技术实验教学的需要,编者综合多年实验教学的经验编写了这本《电工电子技术综合实验教程》。本书篇幅不长,但包括了电工电子技术课程的主要内容,基本上可以满足各所高校电类和非电类本、专科各班次实验教学的需要。

本书分为4个部分,内容包括:电路原理实验、电机与拖动基础实验、模拟电子技术实验和数字电子技术实验。每部分实验都包含16个实验项目,既有认识实验和验证实验,也有综合实验和设计实验,以供不同专业的教师和学生选做。实验内容的安排遵循由浅到深、由易到难的规律。有些实验只提供设计要求及原理简图,由学生自己完成方案选择、实验步骤及记录表格等,充分调动学生的创造性和主动性。

本书的电路原理实验部分由金余义老师负责编写,电机与拖动基础实验部分由马世杰老师负责编写,模拟电子技术实验部分由刘鹏厚老师负责编写,数字电子技术实验部分由孙文汇老师和王磊老师共同编写。全书由金余义老师和刘鹏厚老师最后统稿,史玉河教授负责审稿,在此特别感谢以上各位老师的辛勤付出。此外,叶文斌同学帮助整理了部分文档和电路图,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,时间仓促,错误及欠缺之处在所难免,恳请老师、同学们批评指正。编者将根据教学的需要和反馈意见及时对本书进行修订或重编。

编 者

目 录

电 工 学 篇

电路原理实验	3
实验一 电路认识实验	3
实验二 电阻元件伏安特性的测绘	6
实验三 基尔霍夫定律的验证	10
实验四 电压源、电流源及其电源等效变换的研究	13
实验五 戴维南定理、诺顿定理——有源二端网络等小参数的测定	16
实验六 受控源的研究	20
实验七 正弦稳态交流电路相量的研究	26
实验八 一阶电路暂态过程的研究	29
实验九 二阶电路暂态过程的研究	33
实验十 交流串联电路的研究	36
实验十一 提高电感性负载功率因数的研究	39
实验十二 交流电路频率特性的测定	42
实验十三 RLC 串联谐振电路的研究	46
实验十四 三相电路电压、电流的测量	49
实验十五 三相电路功率的测量	52
实验十六 单相电度表的校验	55
电机与拖动基础实验	58
实验一 电机认识实验	58
实验二 直流发电机(他励、并励、复励)	62
实验三 直流并励电动机	68
实验四 单相变压器	73
实验五 三相变压器	78
实验六 三相鼠笼异步电动机的工作特性	84
实验七 三相异步电动机的启动与调速	89
实验八 三相同步电动机	93
实验九 直流他励电动机机械特性	98
实验十 步进电动机实验	103

实验十一	交流伺服电动机实验	107
实验十二	直流伺服电动机实验	112
实验十三	永磁式直流测速发电机	117
实验十四	三相鼠笼式异步电动机的点动和自锁控制电路	119
实验十五	三相鼠笼式异步电动机定子绕组串电阻降压启动控制电路	122
实验十六	三相双速异步电动机变极调速控制	125

电 子 学 篇

模拟电子技术实验		131
实验一	模电认识实验	131
实验二	单级交流放大电路	133
实验三	两级交流放大电路	136
实验四	负反馈放大电路	138
实验五	射极跟随电路	141
实验六	差动放大电路	144
实验七	比例、求和运算电路	147
实验八	积分电路与微分电路	151
实验九	波形发生电路	153
实验十	有源滤波电路	156
实验十一	电压比较电路	159
实验十二	集成功率放大电路	161
实验十三	串联稳压电路	163
实验十四	RC 正弦波振荡电路	166
实验十五	互补对称功率放大电路	168
实验十六	波形变换电路	170
数字电子技术实验		172
实验一	数电认识实验	172
实验二	门电路逻辑功能测试	176
实验三	组合逻辑电路	179
实验四	触发器	182
实验五	时序电路	185
实验六	集成计数器	188
实验七	译码器和数据选择器	191
实验八	多谐振荡器及单稳态触发器	193
实验九	时基电路	195
实验十	集成寄存器	199
实验十一	计数器 MSI 芯片的应用	202
实验十二	计数、译码和显示	205

实验十三	抢答器的设计·····	210
实验十四	数字锁的设计·····	212
实验十五	数字钟设计·····	214
实验十六	十字路口交通管理器·····	217
附录 I	常用集成电路引脚排列·····	223
附录 II	实验报告的书写方法·····	229



电 工 学 篇

电路原理实验

实验一

电路认识实验

一、实验目的

- (1) 学会测量电路中各节点电位和电压的方法,理解电位的相对性和电压的绝对性。
- (2) 学会电路电位图的测量、绘制方法。
- (3) 掌握直流稳压电源、直流电压表的使用方法。

二、实验原理

在一个确定的闭合电路中,各点电位的大小视所选电位参考点的不同而异,但任意两点之间的电压(即两点之间的电位差)是不变的,这一性质称为电位的相对性和电压的绝对性。据此性质,可用一只电压表来测量出电路中各点的电位及任意两点间的电压。

若以电路中的电位值作纵坐标,电路中各点位置(电阻或电源)作横坐标,将测量到的各点电位在该坐标平面中标出,并把标出点按顺序用直线相连接,就可得到电路的电位图,每一直线段即表示该两点电位的变化情况。而且,任意两点间的电位变化即为该两点之间的电压。

在电路中,电位参考点可任意选定,对于不同的参考点,所绘出的电位图形不同,但其各点电位变化的规律却是一样的。

三、实验设备

- (1) 直流数字电压表、直流数字电流表;
- (2) 恒压源(双路 0 ~ 30 V 可调);
- (3) 电阻、开关、导线若干;

四、实验内容

实验电路如图 1-1 所示,图中的电源 U_{S1} 用恒压源 I 路 0 ~ +30 V 可调电源输出端,并将输出电压调到 +6 V, U_{S2} 用 II 路 0 ~ +30 V 可调电源输出端,并将输出电压调到 +12 V。开关

S_1 、 S_2 、 S_3 均朝上打。

1. 测量电路中各点电位

以图 1-1 中的 A 点作为电位参考点,分别测量 B 、 C 、 D 、 E 、 F 各点的电位。

用电压表的负端(黑色接线端)与 A 点相连,正端(红色接线端)分别对 B 、 C 、 D 、 E 、 F 各点进行测量,并将数据记入表 1-1 中。

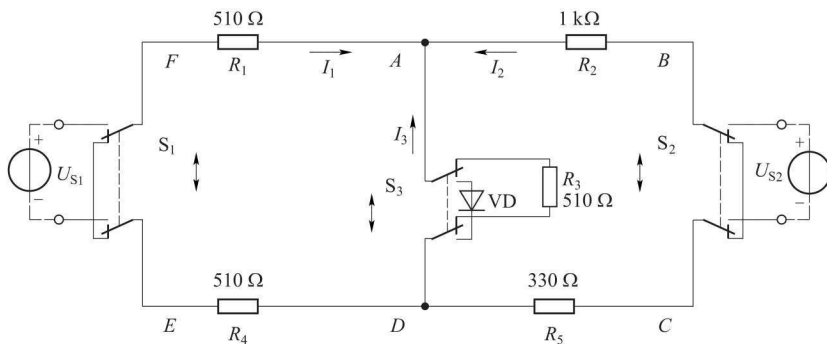


图 1-1 测量电位实验电路

表 1-1 电路中各点电位和电压实验数据

V

电位参考点	V_A	V_B	V_C	V_D	V_E	V_F	U_{AB}	U_{BC}	U_{CD}	U_{DE}	U_{EF}	U_{FA}
A	0											
D				0								

以 D 点作为电位参考点,重复上述步骤,将测得的数据记入表 1-1 中。

2. 测量电路中相邻两点之间的电压值

在图 1-1 中,测量电压 U_{AB} 。将电压表的正端(红色接线端)与 A 点相连,负端(黑色接线端)与 B 点相连,将电压表读数记入表 1-1 中。按同样方法测量 U_{BC} 、 U_{CD} 、 U_{DE} 、 U_{EF} 及 U_{FA} ,并将测量数据记入表 1-1 中。

五、注意事项

(1) 实验电路中使用的电源 U_{S1} 和 U_{S2} 用 $0 \sim +30$ V 可调电源输出端,应分别将输出电压调到 $+6$ V 和 $+12$ V 后,再接入电路中,并防止电源输出端短路。

(2) 使用数字直流电压表测量电位时,用黑色接线端与参考电位点相连,红色接线端与被测各点相连,若显示正值,则表明该点电位为正(即高于参考点电位);若显示负值,则表明该点电位为负(即该点电位低于参考点电位)。

(3) 使用数字直流电压表测量电压时,红色接线端与被测电压参考方向的正(+)端相连,黑色接线端与被测电压参考方向的负(-)端相连,若显示正值,则表明电压参考方向与实际方向一致;若显示负值,则表明电压参考方向与实际方向相反。

六、思考题

- (1) 若电位参考点不同,则各点电位是否相同? 相同两点的电压是否相同? 为什么?
- (2) 在测量电位、电压时,为何数据前会出现 $\pm$ 号? 各表示什么意义?
- (3) 什么是电位图形? 不同的电位参考点电位图形是否相同? 如何利用电位图形求出各点的电位和任意两点之间的电压?

七、实验报告

- (1) 根据实验数据,分别绘制出电位参考点为 A 点和 D 点的两个电位图形。
- (2) 根据电路参数,计算出各点电位和相邻两点之间的电压值,并与实验数据相比较,对误差作必要的分析。
- (3) 回答思考题。

实验二

电阻元件伏安特性的测绘

一、实验目的

- (1) 掌握线性电阻、非线性电阻元件伏安特性的逐点测试法。
- (2) 学习恒压源、直流数字电压表和直流数字毫安表的使用方法。

二、实验原理

任一二端电阻元件的特性可用该元件上的端电压 U 与通过该元件的电流 I 之间的函数关系 $U=f(I)$ 来表示,即用 $U-I$ 平面上的一条曲线来表征,这条曲线称为该电阻元件的伏安特性曲线。根据伏安特性的不同,电阻元件分为两大类:线性电阻和非线性电阻。线性电阻元件的伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线,如图 1-2(a) 所示,该直线的斜率只由电阻元件的电阻值 R 决定,其阻值为常数,与元件两端的电压 U 和通过该元件的电流 I 无关;非线性电阻元件的伏安特性是一条经过坐标原点的曲线,其阻值 R 不是常数,即在不同的电压作用下,电阻值是不同的,常见的非线性电阻如白炽灯丝、普通二极管、稳压二极管等,它们的伏安特性如图 1-2(b)、(c)、(d) 所示。在图 1-2 中, $U>0$ 的部分为正向特性, $U<0$ 的部分为反向特性。

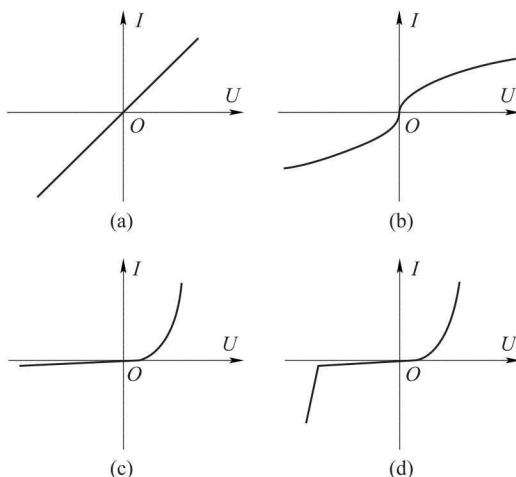


图 1-2 常见电阻元件伏安特性曲线

绘制伏安特性曲线通常采用逐点测试法,即在不同的端电压作用下,测量出相应的电流,然后逐点绘制出伏安特性曲线,根据伏安特性曲线便可计算其电阻值。

三、实验设备

- (1) 直流数字电压表、直流数字毫安表;
- (2) 恒压源(双路 0 ~ 30 V 可调);
- (3) 线性电阻、白炽灯、半导体二极管、稳压管。

四、实验内容

1. 测定线性电阻的伏安特性

按图 1-3 接线,图中的电源 U 选用恒压源的可调稳压输出端,通过直流数字毫安表与 $1\text{ k}\Omega$ 线性电阻相连,电阻两端的电压用直流数字电压表测量。

调节恒压源的可调稳压电源的输出电压 U ,从 0 开始缓慢地增加(不能超过 10 V),在表 1-2 中记下相应的电压表和电流表的读数。

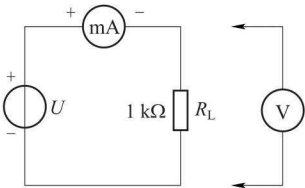


图 1-3 测定线性电阻伏安特性实验电路

表 1-2 线性电阻伏安特性实验数据

U/V	0	2	4	6	8	10
I/mA						

2. 测定 6.3 V 白炽灯泡的伏安特性

将图 1-3 中的 $1\text{ k}\Omega$ 线性电阻换成一只 6.3 V 的灯泡,重复实验内容 1 的步骤,电压不能超过 6.3 V,在表 1-3 中记下相应的电压表和电流表的读数。

表 1-3 6.3 V 白炽灯泡伏安特性实验数据

U/V	0	1	2	3	4	5	6.3
I/mA							

3. 测定半导体二极管的伏安特性

按图 1-4 接线, R 为限流电阻,取 $200\text{ }\Omega$ (十进制可变电阻箱),二极管的型号为 1N4007。测定二极管的正向特性时,其正向电流不得超过 25 mA,二极管 VD 的正向压降为 $0\sim 0.75\text{ V}$,特别是在 $0.5\sim 0.75$ 之间应多取几个测量点;测反向特性时,将可调稳压电源的输出端正、负连线互换,调节可调稳压输出电压 U ,从 0 开始缓慢地增加(数值不能超过 30 V),将数据分别记入表 1-4 和表 1-5 中。

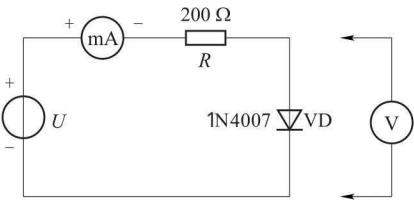


图 1-4 测定半导体二极管伏安特性实验电路

表 1-4 二极管正向特性实验数据

U/V	0	0.2	0.4	0.45	0.5	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
I/mA										

表 1-5 二极管反向特性实验数据

U/V	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
I/mA							

4. 测定稳压管的伏安特性

将图 1-4 中的二极管 1N4007 换成稳压管 2CW51, 重复实验内容 3 的步骤, 其正、反向电流不得超过 $\pm 20\text{ mA}$, 将数据分别记入表 1-6 和表 1-7 中。

表 1-6 稳压管正向特性实验数据

U/V	0	0.2	0.4	0.45	0.5	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
I/mA										

表 1-7 稳压管反向特性实验数据

U/V	0	-1	-1.5	-2	-2.5	-2.8	-3	-3.2	-3.5	-3.55
I/mA										

五、注意事项

(1) 测量时, 可调稳压电源的输出电压由 0 应缓慢地增加, 并时刻注意电压表和电流表的读数, 不得超过规定值。

(2) 稳压电源输出端切勿碰线造成短路。

(3) 测量中, 随时注意电流表读数, 及时更换电流表量程, 勿使仪表超量程, 注意仪表的正负极性。

六、思考题

(1) 线性电阻与非线性电阻的伏安特性有何区别? 它们的电阻值与通过的电流有无关系?

(2) 如何计算线性电阻与非线性电阻的电阻值?

(3) 请举例说明哪些元件是线性电阻、哪些元件是非线性电阻, 并说明它们的伏安特性曲线是什么形状。

(4) 设某电阻元件的伏安特性函数式为 $I = f(U)$, 如何用逐点测试法绘制出伏安特性曲线?

七、实验报告

- (1) 根据实验数据,分别在方格纸上绘制出各个电阻的伏安特性曲线。
- (2) 根据伏安特性曲线,计算线性电阻的电阻值,并与实际电阻值进行比较。
- (3) 根据伏安特性曲线,计算白炽灯在额定电压为 6.3 V 时的电阻值。当电压降低 20% 时,阻值为多少?

实验三

基尔霍夫定律的验证

一、实验目的

- (1) 验证基尔霍夫定律,加深对基尔霍夫定律的理解。
- (2) 掌握直流数字毫安表的使用方法,并学会用电流插头和插座测量各支路电流的方法。
- (3) 能够检查和分析简单的电路故障。

二、实验原理

基尔霍夫电流定律和电压定律是电路的基本定律,它们分别用来描述节点电流和回路电压,即对电路中的任一节点而言,在设定电流的参考方向下,应有 $\sum I = 0$,一般流出节点的电流取负号,流入节点的电流取正号;对任何一个闭合回路而言,在设定电压的参考方向下,绕行一周,应有 $\sum U = 0$ 。一般电压方向与绕行方向一致的电压取正号,电压方向与绕行方向相反的电压取负号。

在实验前,必须设定电路中所有电流、电压的参考方向,其中电阻上的电压方向应与电流方向一致,如图 1-5 所示。

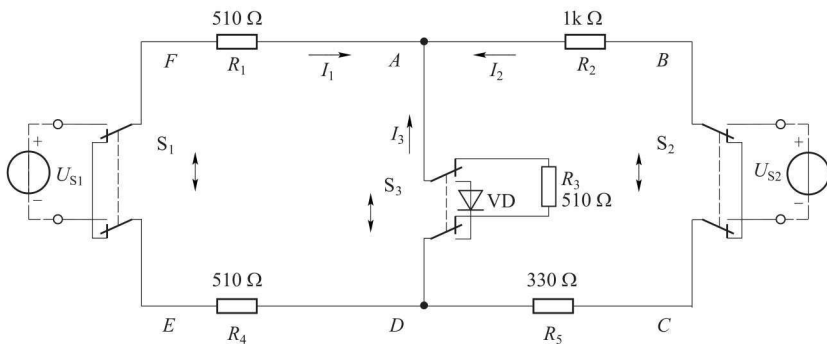


图 1-5 验证基尔霍夫定律实验电路

三、实验设备

- (1) 直流数字电压表、直流数字毫安表;
- (2) 恒压源(双路 0 ~ 30 V 可调);