

高等学校“十一五”规划教材

赵秋娣 张洪臣 代燕 张瑜 郝子强 李锐 编著

电工电子技术 实验教程

DIANGONGDIANZIJI
SHIYANJIAOCHENG

兵器工业出版社

高等学校“十一五”规划教材

内容简介

电工电子技术 实验教程

赵秋娣 张洪臣 代 燕 编著
张 瑜 郝子强 李 锐

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书是模拟电子技术、数字电子技术、电工技术及 PLC 应用等实验教学的基本知识和基本技能训练教材。全书以电工电子的基础实验和设计实验为主要内容,介绍了模拟电子技术实验、数字电子技术实验以及应用 PLC 实验的课程设计内容。此外,书中还阐明了一些常用电子仪器的工作原理、性能指标、基本使用方法及注意事项,并附有常用的电子器件型号、特性参数、集成电路引脚图。

本书可作为高等院校电子、电气信息类及相关专业的本专科实验教材,还可供从事电子技术研究和开发的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子技术实验教程/赵秋娣,张洪臣,代燕等编著. —北京:兵器工业出版社, 2007. 6

ISBN 978 - 7 - 80172 - 862 - 3

I. 电… II. ①赵…②张…③代… III. ①电子技术 - 实验 - 教材②电工技术 - 实验 - 教材 IV. TN - 33 TM - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 061708 号

出版发行: 兵器工业出版社

发行电话: 010 - 68962596, 68962591

邮 编: 100089

社 址: 北京市海淀区车道沟 10 号

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市登峰印刷厂

版 次: 2008 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1—3050

责任编辑: 张小洁

封面设计: 李 晖

责任校对: 郭 芳

责任印制: 赵春云

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 13.25

字 数: 328 千字

定 价: 20.00 元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

前 言

电工电子技术是高等工科院校实践性很强的技术基础课程。电工电子技术实验是学习电工电子技术的一个重要环节,在以往,电工电子技术实验被认为是巩固加深课堂教学内容,提高一点学生对理论课的认知能力就可以了。但随着电工电子技术理论课的不断发展,人们感觉到电工电子技术实验课程更多地是处于初级阶段,原本最该被学生们重视的实验过程,由于各种原因反而在有意无意间被学生们淡化。近几年,随着社会对人才的需求,在各类人才招聘会和实际工程中,对工程师类人才具有硬件电路设计调试等动手能力的需求日益迫切。我们实实在在地感受到实验课在电工电子技术领域中所起的作用。我们也认识到,电工电子技术实验是一个以全面训练来完成对电工电子工程师的培养过程。不论是基础的三极管电路实验,还是基本单元电路设计,电工电子技术实验都包含了这些环节,并且这些环节不是简单的重复,而是对电工电子工程师培养过程的重要手段。

目前的电工电子技术实验课,使教师常年工作在大量的实验工作中,一个学期内不断地重复,同样的实验设备却是一名教师与几百名学生沟通的桥梁。实验课的考试令学生担心,因为学生实验课的考试受到实验设备的约束。考试前学生没有充足的时间利用实验设备进行复习,而实验操作过程却需要熟练掌握。本书为学生提供了从简单到复杂的电工电子技术实验实例。通过这些实验,使学生可以找到对电路性能的“感觉”。我们希望这些实验能够培养学生解决实际问题的能力,这种能力不一定仅从常规的实际操作实验中获得,而掌握已被证实了的实验方法也是一种途径。学生一旦掌握了正确的实验方法,就可以大大地加速这种能力的培养。

多年从事电工电子技术教学和实验课指导,使我感到原有教材的不足,萌生了编写这本教材的想法。遵循始终围绕贯彻教学大纲的原则,力求将本书编写成为“模拟电子技术基础”、“数字电子技术基础”、“电工技术基础”的配套实验指导教程。全书分为三大部分:模拟电子技术基础实验和模拟电子技术设计性实验由赵秋娣编写;数字电子技术实验及设计性实验由张洪臣、郝子强编写,电工技术基础实验设计性实验由代燕、张瑜编写,PLC应用技术实验由李锐编写。全书由李洪祚教授审阅。对编写过程中给予我们支持和帮助的刘妍妍、姜树荣老师表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在错误及疏漏,恳请读者批评和指正。

目 录

第1章 电工技术实验	(1)
实验1 基本电工仪表及测量误差	(1)
实验2 基尔霍夫定律	(7)
实验3 线性网络定理	(9)
实验4 常用电子仪器的使用	(12)
实验5 简单正弦交流电路的研究	(20)
实验6 互感线圈的研究	(23)
实验7 RLC 电路的幅频特性和谐振	(26)
实验8 RC 选频网络特性测试	(29)
实验9 一阶电路的瞬态响应	(31)
实验10 三相电路	(33)
实验11 三相异步电动机实验	(36)
实验12 三相鼠笼式异步电动机点动和自锁控制	(40)
实验13 异步电动机的正反转控制	(44)
实验14 三相异步电动机的延时控制及顺序控制	(47)
实验15 电工部分设计性实验	(50)
实验16 电工部分综合性实验	(51)
第2章 模拟电子技术基础实验	(52)
实验1 晶体管共射极单管放大电路	(52)
实验2 射极跟随器	(57)
实验3 反馈放大器	(60)
实验4 差动放大电路	(64)
实验5 集成运放组成的直流运算电路	(69)
实验6 集成运放组成的交流放大电路	(73)
实验7 由集成电路构成的 RC 正弦波振荡器	(75)
实验8 串联式直流稳压电源设计	(77)
实验9 集成直流稳压电源电路	(80)
实验10 互补对称功率放大器 (OCL 电路)	(85)
实验11 函数信号发生器的设计	(89)
附录 A 常用电阻器	(92)
附录 B 常用电容器	(95)
附录 C 晶体二极管和三极管	(99)
第3章 脉冲数字电子技术实验	(103)

实验 1	TTL 集成门的测试与使用	(103)
实验 2	用 SSI 设计组合电路和冒险现象观察	(109)
实验 3	MSI 组合功能件的应用	(114)
实验 4	集成触发器和利用 SSI 设计同步时序电路	(118)
实验 5	MSI 时序功能件的应用	(124)
实验 6	脉冲信号产生电路	(135)
实验 7	顺序脉冲和脉冲分配器电路设计	(144)
实验 8	四路优先判决电路设计	(146)
实验 9	简易数字闹钟电路综合设计	(148)
附录 A	常用集成电路型号对照表与引出端排列图	(150)
附录 B	通用实验底板及其使用方法	(158)
第 4 章	PLC 工业控制器应用技术	(160)
第 1 节	实验挂板组成及使用方法	(160)
第 2 节	CXP 编程软件简介	(161)
第 3 节	PLC 基本实验	(181)
实验 1	基本逻辑指令实验	(181)
实验 2	计时器指令实验	(183)
实验 3	计数器指令实验	(185)
实验 4	微分指令、锁存器指令实验	(187)
实验 5	位移指令实验	(188)
实验 6	特殊功能指令实验	(189)
第 4 节	PLC 应用实验	(191)
实验 1	十字路口交通信号灯控制	(191)
实验 2	混料罐控制实验	(192)
实验 3	传输线控制实验	(193)
实验 4	小车自动选向、定位控制实验	(194)
实验 5	电梯控制实验	(195)
实验 6	刀具库管理控制实验	(197)
第 5 节	课程设计任务书	(199)
课程设计任务之一	.....	(199)
课程设计任务之二	.....	(199)
课程设计任务之三	.....	(200)
课程设计任务之四	.....	(200)
课程设计任务之五	.....	(200)
课程设计任务之六	.....	(201)
课程设计任务之七	.....	(202)
课程设计任务之八	.....	(203)
课程设计任务之九	.....	(204)
课程设计任务之十	.....	(205)

第1章 电工技术实验

实验1 基本电工仪表及测量误差

一、实验目的

- (1) 熟悉基本电工仪表的种类。
- (2) 了解万用表的种类及主要技术指标。
- (3) 万用表内阻对测量结果的影响。

二、实验仪器

- (1) 电工实验箱：TPE—DG
- (2) 指针式万用表：MF79 型或 500 型
- (3) 数字万用表：DT 9205

三、基本电工仪表

电工仪表的种类很多，最常用的也是最基本的有电流表、电压表、兆欧表、电度表、频率计、万用电表、示波器、函数信号发生器等。

我们最常用的是万用电表，简称万用表。它能够测量电阻、电压、电流这三个最基本的电参数，具有快速、操作简便、成本低、携带方便等特点，从而得到了广泛的应用。

1. 模拟式万用表

我们以 MF79 型指针式万用表为例来介绍。

其结构主要由测量电路、转换开关及表头三部分构成。表头是模拟式万用表的核心部分。它实际是一只精度较高的磁电式直流电流表，它是利用通电线圈在磁场中受力而使表针偏转的原理制成的。指针偏转满刻度时所需要的电流值称为表头灵敏度。如 MF79 型万用表表头的灵敏度为 $50\ \mu\text{A}$ 。这样一个表头配以相应的测量电路，加上转换开关就构成了一个可以测量直流电压 (DCV)、直流电流 (DCA)、电阻 (Ω) 的万用表了。万用表的灵敏度定义是：满刻度所需电流值的倒数，单位是 Ω/V ，采用表头灵敏度 $50\ \mu\text{A}$ 所构成的万用表其灵敏度为：

$$S = \frac{1}{50 \times 10^{-6} \text{ A}} = 20\ 000\ \Omega/\text{V} = 20\ \text{k}\Omega/\text{V}$$

我们可以看出 S 越大，取自被测电路的电流越小，对被测电路的影响就越小。

(1) 电流测量

由于表头灵敏度高,不能流过较大的电流,故在测量较大的电流时要分流,即与表头并联一个电阻来实现(见图 1.1-1),如将一个灵敏度为 $I_D = 50 \mu A$,内阻 $R_D = 3 k\Omega$ 的电流表头改成 $1 mA$ 量程的电流表,其分流电阻 R_1 应为:

$$R_1 = \frac{I_D}{I - I_D} \cdot R_D = \frac{50}{1000 - 50} \times 3000 = 158 \Omega$$

(2) 电压测量

根据表头灵敏度,我们可以计算出来,表头能承受的最大电压为:

$$U = R_D \cdot I_D = 3 k\Omega \cdot 50 \mu A = 0.15 V$$

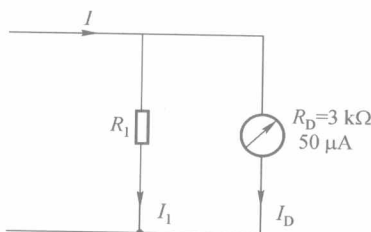


图 1.1-1 电流测量原理图

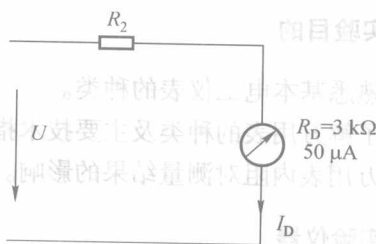


图 1.1-2 电压测量原理图

因此,测量较大电压时要采用分压办法(见图 1-2),以上述表头为例,改成测 $10 V$ 的电压表时,所需串联的电阻 R_2 为:

$$R_2 = \left(\frac{U}{U_D} - 1 \right) R_D = \left(\frac{10}{0.15} - 1 \right) \times 3 k\Omega = 197 k\Omega$$

(3) 电阻测量

不论测量什么参数,表头只有流过电流,指针才会发生偏转,由于被测电阻没有电源,因此,必须在测量电路中串接一个直流电源,才能实现电阻的测量(见图 1.1-3)。

$$R_x = \frac{E_0 - IR_D}{I}$$



图 1.1-3 电阻测量原理图

从这个实验表达式中可以看出,被测电阻 R_x 与流过表头的电流非线性比例关系。故电阻挡刻度线不均匀,呈非线性。

(4) 其他参数测量

万用表在国家标准中称为复用表,以上所列的只是其最主要的测量内容,还有其他如交流电压、交流电流等,基本原理就是在测量电路中加上整流二极管,对交流参数进行整流,将被测量转换成直流电流再送给表头即可对交流电量进行测量了。

(5) MF79 型万用表的使用

面板左上角有一测量内容开关,分为五挡。OHM 是测量电阻的,相对应的大拨盘拨到 Ω 挡,黑表笔插在 * 孔,是公共端,红表笔插在 + 孔,此时将表笔对接,可看到指针向右

偏转,检查是否在“ Ω 挡”零位,若不在,调整右上角调零旋钮,使表头指零,即可测量电阻了。这个过程称为“调零”,电阻挡的零位在右侧满刻度处,不同挡必须重新调零。 Ω 挡刻度线在最上方,下方有一弧形镜面,读数时必须使表针与镜中像重合,此时表针对准刻度线才是准确值。大拨盘对应的各挡数值是指表针满刻度的倍乘值,有的需换算。测量电压时仍使用这两只表笔,测电流时应将红表笔插入相应的插孔。表内在测量电压、电流的线路上接有保险丝,电压、电流过载时保险丝熔断,以保护表头不受损坏。

在测量电压时,红表笔接在电路的高电位、黑表笔接在低电位;测量电流时,万用表要串入电路中,红表笔是电流流入端。

测量其他参数请参阅仪器使用说明书(见本书“附录”)。

2. 数字式万用表

(1) 数字万用表组成及测量原理简介

数字万用表一般由两部分构成:一部分是被测量转换为直流电压信号,我们称为转换器;另一部分是直流数字电压表(见图 1.1-4)。

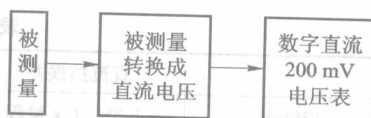


图 1.1-4 数字万用表组成原理图

直流数字电压表构成了数字万用表的核心部分,它主要由模—数(A/D)转换器和显示器组成。单片大规模集成电路 7106 称之为 $3\frac{1}{2}$ 双积分 A/D 转换器,它转换精度高,抗干扰能力强,特别符合测量仪表数字化的要求,它内部含有自校零线路,还可自动显示极性,输入阻抗高,达到 $10\text{ M}\Omega$,功耗低,可直接译码、驱动 LCD(液晶)显示。

由 7106 构成的直流数字电压表是基本量程为 200 mV 的直流数字电压表,只要采用电阻分压器,就可以将其扩展成多量程的直流数字电压表。

直流电流的测量。只要通过电流(电压)—转换器就可以测量了。

交流电压、交流电流的测量需要有一个整流及滤波电路,把交流参量变换成直流参量就可以实现交流测量了。

电阻的测量可利用 7106 集成电路中的基准电压在标准电阻上的压降与被测电阻上的压降对比的方法,得以实现。

(2) 数字表增加的功能

数字表中又增加了我们方便使用的一些功能:

① 二极管测量,标记为 $\rightarrow$,测量的显示值为正向管压降,正向值: $0.6\sim0.8$ 为硅管; $0.2\sim0.4$ 为锗管;反向值: 1,表明二极管是好的;若显示其他值,则二极管是坏的。

② 通断测试:标记为 $\rightarrow$,当测试两点是否连通时,使用该挡,连通则发光二极管亮,同时表内蜂鸣器发声。我们可以不看表,只采用听,就可以判断。该功能多数仪器是与二极管测试挡在一起。有的机型则是和 $200\text{ }\Omega$ 电阻挡在一起,该挡响时表明:该处电阻小于 $70\text{ }\Omega$ 。

③ 电容量测试,标记为 F,被测电容插入 C_x 两插孔,最大测试挡 $20\text{ }\mu\text{F}$ 。

④ 测试时只显示 1,其后数字消失称为“消隐”(即不显示),表示测量值大于该量程,只要换高一挡即可。

⑤ 开机 15 min 后,自动关机。

⑥ 自动显示极性。

⑦ 表内电源采用 9 V 集成电池, 当电源电压不足时显示, 此时测量数据有误差。

⑧ 电流挡有 0.2 A 保险丝, 防止由于电流过大或测试不当使表烧坏。

⑨ 测量三极管的 h_{fe} 。

⑩ 显示屏可以搬动角度, 方便观察。

(3) 数字万用表的使用

插孔 COM 公共端, 永远插黑表笔。

插孔 V 插红表笔, 测量电压、电阻。

插孔 A 测量电流小于 200 mA。

插孔 20A 测量电流大于 200 mA, 小于 20 A。

3. 万用表的主要技术指标

万用表的主要技术指标, 如表 1.1-1 所示。

表 1.1-1 万用表的主要技术指标

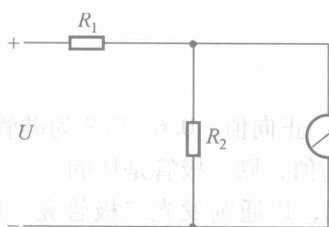
	直流挡误差	交流挡误差	内阻	频率特性
指针表	$\pm 2.5\%$ ($\times$ 量程)	$\pm 5\%$ ($\times$ 量程)	20 k Ω /V $\times$ 挡	45 Hz ~ 1 kHz
DT 9205 数字表	0.5% ($\times$ 读数)	0.8% ($\times$ 读数)	10 M Ω	40 ~ 400 kHz

四、实验原理

在实际测量中, 万用表在测量两点电压时, 把测量表笔与这两点并联; 测电流时, 应把该支路断开, 把电流表串联接入此支路。因此要求电压表内阻为无穷大, 而电流表内阻为零。但实际万用表都达不到这个理想程度, 接入电路时, 使电路状态发生变化。测量的读数与电路实际值之间产生误差。这种由于仪表的内阻引入的测量误差我们称之为方法误差。这种误差值的大小与仪表本身内阻值的大小密切相关。

方法误差的测量与计算:

如图 1.1-5, R_2 的电压为: $U_{R_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U$



当 $R_1 = R_2$ 时, $U_{R_2} = \frac{1}{2}U$ 。现用一内阻为 R_v 的电压表测量 R_2 上的电压即 R_v 与 R_2 并联代替上式中的 R_2 , 且当 $R_v = R_2 = R_1$ 时, 可以解得

$$U'_{R_2} = \frac{1}{3}U$$

图 1.1-5 串联电路电压测量原理图

$$\text{绝对误差 } \Delta U_{R_2} = |U'_{R_2} - U_{R_2}| = \frac{1}{6}U$$

$$\text{相对误差 } \Delta U_{R_2} \% = \frac{U'_{R_2} - U_{R_2}}{U_{R_2}} = -33.3\%$$

五、实验内容

1. 使用两种万用表欧姆挡对电阻进行测量

测量可参照表 1.1-2 进行。

表 1.1-2 用万用表测量电阻

	200 k Ω	41 k Ω	20 k Ω	2 k Ω	100 Ω
指针表					
DT 9205 数字表					

2. 电压表内阻对测量结果的影响研究

(1) 按图 1.1-6 连线，分别测量各电阻上的电压，数据记录在表 1.1-3 中。测量值与理论值比较，并进行分析，从中得出结论。

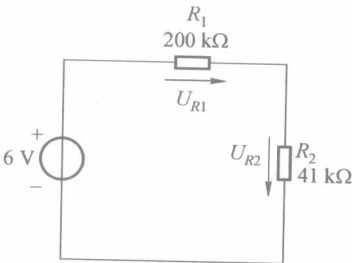


图 1.1-6 简单串联电路电压测试图

表 1.1-3 图 1.1-6 记录测量数据表

	表量程	电压值	
		U_{R1}	U_{R2}
理论值			
DT 9205 数字表	20 V		
MF79 指针表	10 V 挡		
	2 V 挡		

(2) 按图 1.1-7 连线，分别测量两电阻上的电压，数据记录在表 1.1-4 中。测量值与理论值比较，并进行分析，从中得出结论。

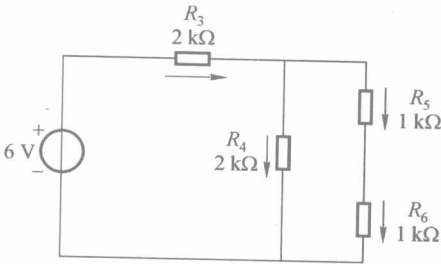


图 1.1-7 串并联电路电压测量图

表 1.1-4 图 1-7 记录测量数据表

	表量程	电压值			
		U_{R3}	U_{R4}	U_{R5}	U_{R6}
理论值					
DT 9205 数字表	20 V				
MF79 指针表	10 V 挡				
	2 V 挡				

六、报告要求

- (1) 实验目的。
- (2) 原理简述。
- (3) 实验内容：含实验步骤、实验电路、表格、数据等。
- (4) 实验数据误差分析。
- (5) 结论。
- (6) 体会。

表 4-1-1 实验数据记录表 (1)

项目		数据
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15
16	17	18
19	20	21
22	23	24
25	26	27
28	29	30
31	32	33
34	35	36
37	38	39
40	41	42
43	44	45
46	47	48
49	50	51
52	53	54
55	56	57
58	59	60
61	62	63
64	65	66
67	68	69
70	71	72
73	74	75
76	77	78
79	80	81
82	83	84
85	86	87
88	89	90
91	92	93
94	95	96
97	98	99
100	101	102



图 4-1-1 实验电路 (1)



图 4-1-2 实验电路 (2)

表 4-1-2 实验数据记录表 (2)

项目		数据
1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15
16	17	18
19	20	21
22	23	24
25	26	27
28	29	30
31	32	33
34	35	36
37	38	39
40	41	42
43	44	45
46	47	48
49	50	51
52	53	54
55	56	57
58	59	60
61	62	63
64	65	66
67	68	69
70	71	72
73	74	75
76	77	78
79	80	81
82	83	84
85	86	87
88	89	90
91	92	93
94	95	96
97	98	99
100	101	102

实验2 基尔霍夫定律

一、实验目的

- (1) 验证基尔霍夫电流定律、电压定律。
- (2) 加深对电路基本定律适用范围普遍性的认识。
- (3) 进一步熟悉常用仪器的使用方法。

二、实验仪器、设备

- (1) 电工实验箱：TPG-DG
- (2) 数字万用表：DT 9205

三、原理说明

基尔霍夫定律是电路普遍适用的基本定律。无论是线性电路还是非线性电路，无论是时变电路还是非时变电路，在任一瞬间测出各支路电流及元件、电源两端的电压都应符合上述定律，即在电路的任一节点必满足 $\sum I = 0$ 这一约束关系。对于电路中的任意闭合回路的电压必满足 $\sum U = 0$ 这一约束关系。这两个定律一个是基于电流连续性原理，另一个则是建立在电位的计算与途径无关（即电位的单值性）原理基础上的。

四、预习要求

计算图 1.2-1、图 1.2-2、图 1.2-3 电路中各支路的电压和电流。

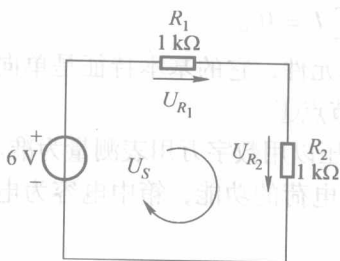


图 1.2-1 电压测试图

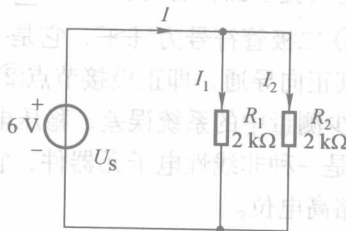


图 1.2-2 电流测试图

五、实验内容和步骤

- (1) 按图 1.2-1、图 1.2-2、图 1.2-3 接线并分别测量各电阻上的电压及流过各电阻的电流，把结果记录于表 1.2-1、表 1.2-2，表 1.2-3 中。（测量时注意数字万用表的正、负极及各电压电流的正、负极）对于三个回路和①、②两个节点分别验证：

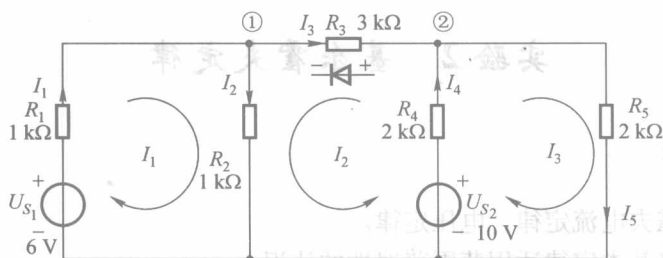


表 1.2-1 电压测量结果

	表量程	电压值	
		U_{R1}	U_{R2}
理论值			
DT 9205 数字表	20 V		

表 1.2-3 电压、电流测量结果

[illegible]

(2) 将图 1.2-3 电路中 R_3 换成二极管, 并且将 R_5 换成 $10\mu\text{F}$ 电容, 此时电路是非线性的, 重复上述实验步骤, 看是否满足 $\sum U = 0$ 和 $\sum I = 0$ 。

② 为减少测量中的系统误差, 稳压电源输出电压以用数字万用表测量为准。

六、报告要求

(2) 原理简述。

(4) 实验数据误差分析。

(6) 体会。

实验3 线性网络定理

一、实验目的

- (1) 加深对线性网络的几个定理的了解。
- (2) 练习设计实验电路和拟定实验步骤。
- (3) 学会几种测量等效电源参数的方法。

二、实验仪器

- (1) 电工实验箱：TPE - DG
- (2) 数字万用表

三、原理说明

1. 戴维南定理

戴维南定理是指任何一个线性含源二端网络，总可以用等效电压源表示（如图 1.3-1 所示），等效成电压源，其中等效电动势等于该网络的开路电压，而内阻等于该网络中的所有独立源为零（保留内阻）时的等效电路（如图 1.3-2 所示）。



图 1.3-1 二端网络的戴维南等效电压图

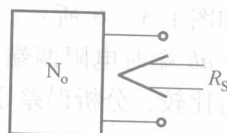


图 1.3-2 二端网络的戴维南等效电阻图

内阻的测量可以用两种方法进行：

- (1) 测量开路电压 U_{oc} 和短路电流 I_{sc} ，则内阻为 $R_o = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$ （如图 1.3-3 所示）；
- (2) 也可以在网络两端接已知电阻 R ，用测量 R 两端的电压 U_R 的方法来计算等效内阻： $R_o = \left(\frac{U_o}{U_R} - 1 \right) R$ （如图 1.3-4 所示）。



图 1.3-3 求解戴维南等效电阻方法图

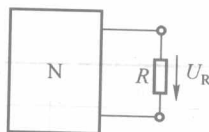


图 1.3-4 求解戴维南等效电阻方法图

2. 诺顿定理

诺顿定理是指任何一个线性含源二端网络，都可用等效电流源来表示（如图 1.3-5）。等效成电流源时，恒流源的电流大小等于该网络的短路电流（见图 1.3-3），内阻求法

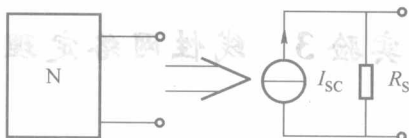


图 1.3-5 二端网络的诺顿戴维南等效图

同上（戴维南定理）。

3. 叠加定理

在含多个独立源的线性电路中，每一元件上的电压或电流可看成是每一独立源单独作用在该元件上所产生的电压或电流的代数和。对不作用电源的处理方法是：恒压源用短路线代替，恒流源开路，内阻保留。

四、预习要求

(1) 计算图 1.3-6 所示的戴维南等效电路相关参数。

(2) 用叠加原理计算各支路（图 1.3-7）所示的电压值。

五、实验内容

1. 戴维南等效电源参数的测量

实验电路如图 1.3-6 所示。用万用表测量网络 ab 端的端电压 U_R 和短路电流 I_s 及 $1.5\text{k}\Omega$ 电阻接于 ab 端时电阻两端电压 U_R ，结果记录在表 1.3-1 中。用两种方法计算 R_0 ，并与理论值进行比较，分析误差原因。

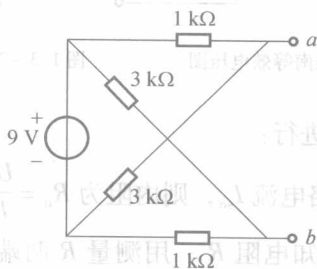


图 1.3-6 戴维南定理实验电路图

表 1.3-1 测量结果

	U_0	I_s	U_R	R_s	
理论值				方法一	方法二
测量值					

2. 叠加定理验证

按图 1.3-7 接线，然后调试两组电源（带载调试）， E_1 为 6V ， E_2 为 9V 。

(1) 测量 E_1 、 E_2 共同作用时各电阻上的电压，数据记录于表 1.3-2。

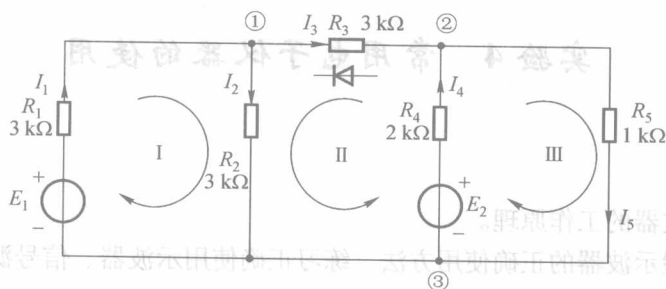


图 1.3-7 叠加原理验证电路图

表 1.3-2 测量数据记录

	U_{R_1}	U_{R_2}	U_{R_3}	U_{R_4}	U_{R_5}
$E_1 + E_2 / V$					
E_1 / V					
E_2 / V					

(2) 测量 E_1 单独作用时, 各电阻上的电压。

(3) 测量 E_2 单独作用时, 各电阻上的电压。

E_1 、 E_2 单独作用时, 不用的电源接线从电源上拔下来, 以免烧坏电源。接线时注意两组电源负极要连线。

3. 选择实验

将图 1.3-7 中 R_2 用二极管代替, 接在电路中时, 使其正向导通, 重复步骤 2, 研究网络中含有非线性元件时叠加定理是否适用。数据记录于表 1.3-3。

表 1.3-3 测量数据记录

	U_{R_1}	U_{R_2}	U_{R_3}	U_{R_4}	U_{R_5}
$E_1 + E_2 / V$					
E_1 / V					
E_2 / V					

六、报告要求

- (1) 实验目的。
- (2) 原理简述。
- (3) 实验内容: 含实验步骤、实验电路、表格、数据等。
- (4) 总结用实验的方法测量有源二端网络的等效参数的体会。