

21世纪高职高专教学做一体化规划教材

电工电子

项目化教程

技术实验与实训教程

教 学 做 一体化

- ★ 项目主线
- ★ 任务驱动
- ★ 理实一体
- ★ 易学乐学

主 编 郭振民

副主编 朱抗美



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高职高专教学做一体化规划教材

电工电子技术实验与实训教程

主 编 郭振民

副主编 朱抗美



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是按照高等职业教育电工电子技术课程教学的基本要求和培养目标,针对加强学生实践能力和创新能力的改革要求,结合一线教师多年教学实践经验而编写的,为高职院校电工电子实践教学改革的改革提供了一种可供参考的思路和模式。

全书分为三篇:第一篇是绪论篇,介绍了实验实训的目的、实验规程、安全用电常识、实验实训报告要求及考核办法;第二篇是实验篇,安排了21个基础实验和16个综合实验,内容详实、步骤清晰,涵盖了电工电子技术课程的所有知识点和技能点,有助于培养学生的基本操作技能,巩固理解专业知识,掌握基本测试技术;第三篇是实训篇,精心安排了8个产品型实训项目,旨在通过电子产品的设计与制作,对学生进行完整的工程实践训练,使学生在学校里就能够感受到将来工作的氛围。

本书将电路分析基础、模拟电子技术和数字电子技术三门课程的实践教学部分有效整合,按照由易到难,由单一实验到综合实训的原则统一编排,结构新颖,层次分明,内容贴近高职高专学生实际,通俗易懂,可操作性强。本书既适用于电气类、机电类专业,又适用于电子信息类、通信类和计算机类专业;既可作为电工电子技术课程的实验指导书,又可作为其实训教程,还可作为成人教育和相关工程技术人员实用参考书。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验与实训教程 / 郭振民主编. —北京:
中国水利水电出版社, 2009

21 世纪高职高专教学做一体化规划教材

ISBN 978-7-5084-6264-6

I. 电… II. 郭… III. ①电工技术—高等学校:技术学校—教材②电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TM
TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 013287 号

书 名	21 世纪高职高专教学做一体化规划教材 电工电子技术实验与实训教程
作 者	主 编 郭振民 副主编 朱抗美
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266(总机)、68367658(营销中心)、82562819(万水) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 12.75 印张 315 千字
版 次	2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	22.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

《电工电子技术实验与实训教程》是根据高职高专基本教学要求和培养目标,针对加强学生实践能力和创新能力的需要,在多年教学改革实践的基础上,结合一线教师多年教学实践经验集体编写而成。本书可作为电子信息类、电气类、机电类、通信类和计算机类专业电工电子技术课程的实验和实训教材,也可作为成人教育和相关工程技术人员的实用参考书。

本书将电路分析基础、模拟电子技术和数字电子技术三门课程的实践教学部分有机整合,统一编排,涵盖了电工电子技术全部的知识点与技能点,充分体现了“以学生为中心,以教师为主导”的教学理念。全书分为三篇。第一篇为绪论篇,简要介绍电工电子技术实验实训目的、实验实训规程、安全用电常识、实验实训报告要求及其考核办法。第二篇为实验篇,其中基础实验为21个,目的是使学生熟悉常用电子仪器、仪表的使用,学会基本的测量方法,掌握单元电路的测试与应用,训练其基本操作技能,加深对基本概念与理论知识的理解。综合实验为16个,通过相对复杂一些的实验内容的研究,培养学生分析问题和解决问题的综合能力,有助于激发学生的创新精神。综合实验是着力推荐和务必完成的实践板块。第三篇为实训篇,按照“实训项目产品化”的要求,精心安排了8个项目,通过实际电子产品的设计与制作,使学生受到完整的工程实践训练,从而初步掌握电子产品的设计方法、制造工艺和调试技术,培养工程实践能力。由于电工电子技术教学对象的多样化,各院校各专业可根据不同的教学要求,选用其中的相关内容。

本书力图搭建一个充满活力、逐步深化的电工电子实践平台,它既是基本技能与工艺的入门向导,又是学生科技活动和启迪创新思维的开端。本书有三个主要特点。一是针对性,贴近高职高专学生实际,深入浅出,通俗易懂,可操作性强,便于自学。二是层次性,内容的编排由易到难,循序渐进,由基础性实验到综合性实验,由单元电路实验到产品设计与制作的综合实训,呈现层次性,阶梯性的实践环节使学生的能力培养逐步深化。三是实用性,本书既适用于电气类、机电类专业,也适用于通信类、电子信息类和计算机类专业;既可作为电工电子技术课程的实验指导书,又可作为其实训教程,一书多用,应用范围十分广泛。

本书由郭振民教授任主编,组织策划并制定编写原则,编写了本书的第一篇;朱抗美任副主编,组织实施,审定内容;高明编写实验一~十二、实验二十二~二十四、项目一和项目二;李红春编写实验十三~十七、实验二十五~三十一、项目三~五;郑棣编写实验十八~二十一、实验三十二~三十七、项目六~八。王坚参加了模拟电子技术部分实验的编写工作。全书由李红春统稿。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请使用本书的高校同行与读者批评指正。

编 者
2008年12月

目 录

前言

第一篇 绪论篇	1
1.1 实验、实训的目的	1
1.2 实验规程和安全用电知识	1
1.3 实验、实训报告要求	2
1.4 实验、实训考核	3
第二篇 实验篇	4
基础实验	4
实验一 电阻的串并联电路	4
实验二 电阻的混联电路	6
实验三 基尔霍夫定律	8
实验四 叠加定理	10
实验五 戴维南定理	12
实验六 直流电路的故障检查	15
实验七 电路基本元件的伏安特性	17
实验八 功率因数的提高	20
实验九 R 、 L 、 C 的频率特性	22
实验十 串联谐振	25
实验十一 三相异步电动机的点动及连续运转控制	28
实验十二 三相异步电动机的正反转控制	30
实验十三 常用电子仪器的使用	32
实验十四 常用电子元器件的识别与检测	38
实验十五 晶体管单管放大器	43
实验十六 场效应管放大器	47
实验十七 射极跟随器	51
实验十八 集成门电路的测试与使用	55
实验十九 OC 门和三态门的测试与使用	62
实验二十 分析、设计 SSI 组合逻辑电路	68
实验二十一 编码器和译码器的应用	72
综合实验	81
实验二十二 受控源特性的研究	81
实验二十三 一阶电路的瞬态响应	84
实验二十四 三相电路的研究	87
实验二十五 负反馈放大器	90

实验二十六	差动放大器.....	93
实验二十七	功率放大器.....	96
实验二十八	集成运放的基本运算电路.....	100
实验二十九	RC 正弦波振荡器.....	104
实验三十	波形发生器的设计.....	107
实验三十一	直流稳压电源.....	111
实验三十二	加法器和数据选择器的应用.....	116
实验三十三	集成触发器的功能及应用.....	124
实验三十四	计数器的功能及应用.....	132
实验三十五	555 定时器及其应用.....	138
实验三十六	寄存器和移位寄存器的应用.....	145
实验三十七	A/D、D/A 转换.....	149
第三篇	实训篇.....	155
项目一	模拟万用表的组装与调试.....	155
项目二	数字万用表的组装与调试.....	157
项目三	集成电路扩音板的设计与制作.....	161
项目四	声光控延时开关的设计与制作.....	166
项目五	直流稳压电源与充电器的设计与制作.....	169
项目六	数字电子钟.....	173
项目七	篮球比赛计时器.....	176
项目八	响应时间测试仪.....	179
附录 A	常用 TTL 系列数字集成电路型号及功能.....	182
附录 B	常用 CMOS 数字集成电路型号及功能.....	187
附录 C	部分常用集成电路管脚图.....	192
参考文献		197

第一篇 绪论篇

1.1 实验、实训的目的

实验是将事物置于特定的条件下加以观测，是对事物发展规律进行科学认识的必要环节，是科学理论的源泉，自然科学的根本，工程技术的基础。任何科学技术的发展都离不开实验。

实训则是通过具有一定功能和应用价值的一个具体产品的设计与制作，或者一个实际项目的开发与应用，使学生受到工程设计、制造工艺、调试检测和撰写技术报告的系统训练，启迪学生的创新思维，培养学生分析问题和解决问题的综合能力。

“电工电子技术”是一门应用性、实践性很强的课程。因此，实验实训环节是非常重要的，它是理论联系实际的主要形式，是实施“教学做合一”教学理念的重要手段，也是激发学生创新意识的有效载体，更是训练、培养学生技术应用能力和实际操作技能的根本途径。

通过实验、实训：

- 使学生巩固、加深和学习电工电子技术的基础理论、基本知识和基本技能。
- 使学生能正确地选择和使用常用电工仪表、电子仪器及有关实验设备。
- 使学生掌握基本电量及电子元器件的测试技术、实验方法和数据的分析处理。
- 使学生能应用已学的理论知识设计简单的应用电路，合理选择元器件构成实用的电子小系统。
- 使学生受到基本的实验技能、系统的工程实践和撰写技术报告的初步训练。
- 培养学生严肃认真、实事求是、独立思考、踏实细致的科学作风，树立创新精神，养成良好的工作习惯。

1.2 实验规程和安全用电知识

一、实验规程

(1) 实验前要认真预习，仔细阅读实验实训教程，明确实验目的与要求，结合实验原理复习有关理论知识，回答预习要求中的思考题，写好预习报告，做好必要的准备工作。

(2) 实验时要认真仔细，按照规定的（或自拟经批准的）的实验步骤独立操作。接完线路先自行检查，再请教师复查后，才能接通电源进行实验。改接线路时，要先断开电源。同组合作者要互相配合，团结合作，共同完成任务。

(3) 实验过程中，应认真观察实验现象，记录实验数据。如果出现异常现象或发生故障，应立即切断电源，查找原因，并报告指导老师。

(4) 维护实验实训室的整洁与肃静。要爱护仪器设备，凡损坏仪器设备者应填写损坏单，对因违反操作规程或其他人为因素而损坏仪器设备者，除写出书面检讨外，还应进行赔偿。

(5) 实验实训后, 应切断电源, 将原始记录交指导老师审阅签字后方可拆除实验电路。离开实验实训室前需整理好仪器设备, 保持台面整洁。

(6) 实验实训后应撰写实验实训报告, 要求内容完整, 格式规范, 文理通顺, 分析详尽, 数据和图表齐全, 并在规定时间内完成。

二、安全用电知识

为确保实验实训过程中的人身和设备安全, 保障实验实训工作的顺利进行, 实验人员必须树立安全意识, 严格遵守实验实训室各项安全操作规程。

(1) 接线、改接线和拆线等都必须断开电源开关的状态下进行。牢记“断电接线, 断电改线, 断电拆线”的原则, 绝不能带电操作, 不能触及带电部位。

(2) 接线完毕, 必须认真复查线路, 得到指导老师同意后方可通电实验。

(3) 实验中发生异常情况(如: 冒烟、打火、焦臭、过热、异常声响等)时, 应立即断开电源开关, 并报告指导老师, 切不可惊慌失措, 以免事故扩大。

(4) 不得穿湿衣、湿鞋或湿手赤足做实验, 以防引起触电事故。

(5) 使用仪器设备时, 必须先阅读其说明书, 了解设备规格、使用方法等。严格按规程操作, 严格按额定值使用。调节电源或电路参数时, 应密切监视电表指针, 以免损坏设备。

(6) 触电处理, 首先让触电者尽快切断电源, 接着立即进行现场紧急救护, 同时通知医护人员前来救治。

1.3 实验、实训报告要求

实验、实训报告是对实验、实训工作的全面总结, 也是工程上编写技术报告的能力训练。实验、实训报告应用简明的语言、规范的格式, 完整真实地表述实验、实训条件、实验、实训内容和实验、实训结果。总体要求是: 体系科学、结构合理、内容完整、格式规范、文理通顺、图表清晰、分析详尽、结论正确, 并注明实验、实训时间。具体要求分别如下:

实验报告

- (1) 实验名称
- (2) 实验目的
- (3) 实验仪器、设备及器材
- (4) 实验内容、原理
- (5) 实验步骤
- (6) 实验数据与处理
- (7) 实验结果与分析
- (8) 实验总结(收获与体会)
- (9) 参考资料

实训报告

- (1) 实训项目名称
- (2) 实训目的
- (3) 项目任务

- (4) 项目设计（设计方案）
- (5) 项目操作（制作、安装、调试、检测）
- (6) 结果与讨论
- (7) 实训总结（收获与体会）
- (8) 参考资料

1.4 实验、实训考核

按照高等职业教育培养高素质技能型人才的培养目标和“能力本位”的特征要求，建立科学的实验、实训考核体系，对于加强实践教学环节，促进教师和学生重视实验实训，增强学生的技术应用能力和实际操作技能，具有十分重要的现实意义。为此，特制定下面的实验、实训考核办法。

一、实验环节

对于实验，可采用“技能考试”与“口试”相结合的考核办法。技能考试主要考查学生技术应用能力和实际操作能力。着重查看实验完成的质量，也可以通过抽查方法单人单套设备按抽得的考题进行操作，还可采用统一命题，单人或分组进行操作，在规定时间内完成，现场打分。口试则主要考查学生理论知识的掌握程度，可采用分类抽题、口头答辩（讲述实验，回答提问）的方式进行，也可以通过实验操作、演示等解答问题，现场打分。其实验成绩由平时成绩（实验态度、实验纪律）、技能考试、实验报告和口试成绩综合评定，按 2: 3: 3: 2 比例计入总成绩，并分为优、良、合格、不合格四个等级。

二、实训环节

根据“实训项目产品化，实训管理企业化，实训场地车间化”原则，实训成果一般表现为实物成果（具体物品或产品）和书面成果（或电子文稿），即实训报告。因此，实训成绩应从职业素质（工作态度、劳动纪律、合作精神）、实物成果和实训报告等三个方面综合评定，按 3: 4: 3 比例计入总成绩，并分为优、良、合格、不合格四个等级。

第二篇 实验篇

基础实验

实验一 电阻的串并联电路



实验目的

- (1) 熟悉电工实验室的概况，学习安全规程。
- (2) 练习使用直流稳压电源。
- (3) 练习使用万用表的直流电流挡、电压挡及欧姆挡。
- (4) 加深对串、并联电路电压关系、电流关系及等效电阻关系的认识。



实验仪器设备

- (1) 智能电工电子系统实验装置 (GD DS-2C)。
- (2) 万用表一只 (MF47D)。
- (3) 电阻三个 100Ω (2 个)、 75Ω (1 个)。
- (4) 单刀开关。



实验原理

1. 电阻的串联

几个电阻没有分支地一个接一个依次相连，使电流只有一条通路，称为电阻的串联。电阻串联电路的特点是：

- (1) 通过各电阻的电流相等。
- (2) 总电压等于各电阻上电压之和。
- (3) 串联电阻对总电压起分压作用，各电阻上的电压与其电阻大小成正比。
- (4) 等效电阻（总电阻）等于各串联电阻之和。

2. 电阻的并联

几个电阻的一端连在一起，另一端也连在一起，使各电阻所承受的电压相同，称为电阻的并联。电阻并联的特点是：

- (1) 各并联电阻两端的电压相等。
- (2) 总电流等于各电阻电流之和。

- (3) 并联电路的等效电阻（总电阻）的倒数等于各并联电阻倒数之和。
- (4) 并联电阻对总电流有分流作用，各电阻上的电流与其电阻大小成反比。



实验内容与步骤

1. 练习使用直流稳压电源

- (1) 熟悉稳压电源面板上各开关、旋钮的位置和功能，了解其使用方法。
- (2) 将万用表的转换开关置于测直流电压的适当挡位上，红色测试棒（俗称表笔）的插头插入万用表“+”插孔，黑色测试棒的插头插入“-”插孔。
- (3) 将稳压电源输出电压通过调节“粗调”与“细调”多圈电位器使输出电压在 0~25V 范围内改变。用万用表与直流稳压电源并联测量输出电压。将直流稳压电源面板指示值和万用表直流电压挡测量值记入表 1-1 中。

表 1-1

面板指示值 (V)					
测量值 (V)					

2. 练习使用万用表的直流电流挡、电压挡及欧姆挡

- (1) 万用表打在欧姆挡，分别确定各电阻阻值并填入表 1-2 中。

- (2) 按图 1-1 所示电路连接电路，并使直流稳压电源输出 4V 的电压。用万用表直流电压挡且与被测电阻并联测量串联电路各电阻两端的电压，用万用表直流电流挡且与被测电路串联测量流过串联电路的总电流，再用万用表欧姆挡测量等效电阻。将测量的各数据填入表 1-2 中。

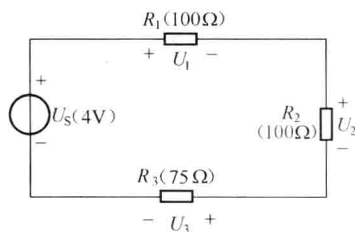


图 1-1 串联电路测量图

表 1-2

电阻 (Ω)			等效电阻 (Ω)	电源电压 (4V)	电路特点			
标称值	测量值				U_1	U_2	U_3	$U = U_1 + U_2 + U_3$
R_1 100Ω		串联	$R = R_1 + R_2 + R_3$	电流 (mA)				
R_2 100Ω		并联	$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$	电压 (V)	I_1	I_2	I_3	$I = I_1 + I_2 + I_3$
R_3 75Ω								

- (3) 按图 1-2 所示电路连接电路（电源输出电压仍为 4V）。测量并联电路流过各电阻的

电流、并联电路的总电流及等效电阻。将测量的各数据填入表 1-2 中。

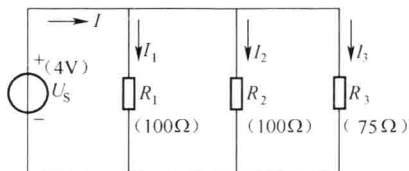


图 1-2 并联电路测量图

实验完毕后，请指导教师检查数据的原始记录，待通过后再拆线。万用表使用完毕后，应将转换开关置于交流电压的最高挡上，直流稳压电源用过后，也应将其输出电压的“粗调旋钮”和“细调旋钮”置于输出电压最小的位置。将仪器设备送回原处并排放整齐。（以后每次实验都要做好这一步，不再重述。）



实验预习要求

- (1) 复习串联电阻及其分压作用、等效电阻的计算。
- (2) 复习并联电阻及其分流作用、等效电阻的计算。



思考与扩展题

- (1) 为了从稳压直流电源得到某一定值的输出电压，该如何操作？试归纳调节程序。
- (2) 为什么万用表使用完毕后要求将转换开关拨至交流电压最高挡？



注意事项

正确选择和使用万用表的挡位。

实验二 电阻的混联电路



实验目的

- (1) 进一步熟悉万用表的直流电流挡、电压挡及欧姆挡的使用方法。
- (2) 进一步熟悉简单电路的连接。
- (3) 加深对电阻混联电路电压、电流、等效电阻关系的理解，掌握其计算和测试的方法。
- (4) 习用伏安法测电阻，并验证欧姆定律。



实验仪器设备

- (1) 智能电工电子系统实验装置 (GD DS-2C)。

- (2) 万用表一只 (MF47D)。
- (3) 电阻三个 100Ω (2 个)、 75Ω (1 个)。
- (4) 单刀开关。



实验原理

1. 欧姆定律

欧姆定律是电路的基本定律之一，是用于描述线性电阻伏安特性的关系式，其内容是：流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比。其数学表达式为 $I=U/R$ 。

2. 伏安法测电阻

伏安法又称电流表—电压表法，是一种间接测量电阻的方法。这种方法是在被测电阻通有电流的条件下，用电压表测出电阻两端的电压，用电流表测量通过电阻的电流，然后根据欧姆定律求出被测电阻。



实验内容与步骤

1. 测量前的准备与线路的连接

- (1) 调节直流稳压电源，输出 $6V$ 电压。
- (2) 按图 2-1 连接电路。接线时，先连接串联电路，后连接分支的并联电路。

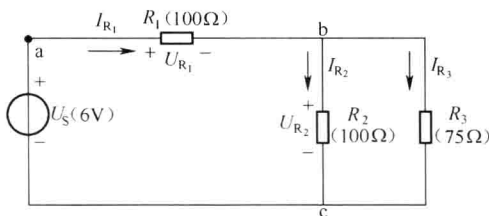


图 2-1 混联电路测量图

2. 等效电阻的测量与计算

(1) 断开直流稳压电源，万用表拨至欧姆挡，分别测量 R_{bc} 与 R_{ac} 两处的等效电阻值，将测量结果填入表 2-1 中。

(2) 根据电路等效原理，分别计算 R_{bc} 与 R_{ac} 的阻值，将计算结果填入表 2-1 中。

$$R_{bc} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \quad R_{ac} = R_1 + R_{bc}$$

3. 电阻混联电路电压与电流的测量

(1) 接上直流稳压电源，万用表拨至直流电压挡，测各电阻的端电压并依次填入表 2-1 中。

(2) 将万用表拨至直流毫安挡，测流经各电阻电流并依次填入表 2-1 中。

4. 验证欧姆定律

根据所得有关数据，用伏安法计算等效电阻 R_{ac} ，将结果填入表 2-1 中，比较用不同方法得到的总等效电阻值。由于使用 MF47D 万用表的直流电流挡，本身约有 $U_g=0.3V$ 表压降，所

以计算 R_{ac} 时, 应按如下式子计算:

$$R_{ac} = (U_s - U_g) / I$$

其中, $U_s = 6V$, $U_g = 0.3V$, $I_{R_1} = I = I_{R_2} + I_{R_3}$ 。

表 2-1

等效电阻 (Ω) $R_{ac} = R_l + R_{bc}$			验证欧姆定律		
	R_{bc}	R_{ac}	伏安法测电阻值 $R_{ac} = (U_s - U_g) / I_{R_l}$	R_{ac}	
欧姆挡测电阻					
等效电阻计算值					
电压 (V) $U_s = U_{R_l} + U_{R_2}$			电流 (mA) $I_{R_l} = I_{R_2} + I_{R_3}$		
顺序	量程选择	测量值	顺序	量程选择	测量值
U_s			I_{R_l}		
U_{R_l}			I_{R_2}		
U_{R_2}			I_{R_3}		



实验预习要求

- (1) 复习欧姆定律及伏安法测电阻的方法。
- (2) 复习混联电路等效电阻的计算。



思考与扩展题

- (1) 本实验中, 用伏安法测 R_{ac} 的等效电阻时, 为减小测量误差, 应怎样测量? 试画出测量原理图, 并加以说明。
- (2) 连接混联电路应注意哪些问题?



注意事项

正确选择和使用万用表的挡位。

实验三 基尔霍夫定律



实验目的

- (1) 进一步熟练电路的连接。
- (2) 加深对基尔霍夫定律的理解。



实验仪器设备

智能电工电子系统实验装置（GDDS-2C）。



实验原理

1. 基尔霍夫电流定律（KCL）

任一瞬间，流入电路中任一节点的电流之和等于流出该节点的电流之和。也可叙述为任一时刻，电路任一节点电流的代数和为零。其数学表达式为： $\Sigma I=0$ 。

2. 基尔霍夫电压定律（KVL）

任一瞬间，电路中任一回路内，各段电压的代数和等于零。其数学表达式为： $\Sigma U=0$ 。



实验内容与步骤

1. 测量前的准备与线路的连接

（1）调节直流稳压电源，使两路输出电压分别为： $U_{S1}=8V$ ， $U_{S2}=4V$ ，然后断开稳压电源开关。

（2）按图 3-1 所示连接电路。确认接线正确后，方可打开稳压电源开关（ K_1 左打， K_2 右打）。

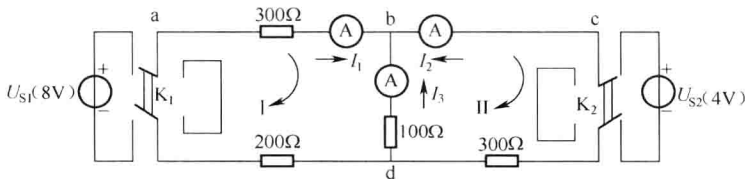


图 3-1 验证 KCL、KVL 定律电路图

2. 验证 KVL 定律

用直流电压表分别测量各电阻端电压并记入表 3-1 中。记入数据时注意电压参考方向与实测方向的关系。

表 3-1

各段电压				
$U_{ab}U_{dc}$	U_{cb}	U_{bd}	U_{dc}	U_{da}
验证 $\sum U = 0$ （按图中绕行方向）				
回路 I	$U_{ab}U_{dc} + U_{bd} + U_{da} =$			
回路 II	$U_{cb} + U_{bd} + U_{dc} =$			

3. 验证 KCL 定律

用直流电流表测 I_1 、 I_2 和 I_3 ，并记入表 3-2 中。同样，记入数据时注意电流参考方向与实测方向的关系。

表 3-2

各支路电流值		
I_1	I_2	I_3
验证 $\sum I = 0$		
节点 b	$I_1 + I_2 + I_3 =$	



实验预习要求

- (1) 复习基尔霍夫定律。
- (2) 认识电量设定参考方向的重要性。



思考与扩展题

针对 abcda 回路，用 KVL 检验所测的各段电压，并解释造成误差的原因。



注意事项

- (1) 注意电表的极性，严禁指针反偏，正确选择量程。
- (2) 分清节点电流的流进与流出，分清回路电压的升与降。

实验四 叠加定理



实验目的

- (1) 进一步练习连接复杂电路。
- (2) 加深对叠加定理的理解。



实验仪器设备

- (1) 智能电工电子系统实验装置 (GDSS-2C)。
- (2) 万用表一只 (MF47D)。



实验原理

叠加定理是反映线性电路基本性质的一个重要原理，它是分析线性电路的重要方法和依据。其内容：在任一线性电路中，如果有多个独立源同时激励，则其中任一支路的响应（电压或电流）等于各独立源单独激励时在该支路中产生的响应（电压或电流）的代数和。当某个电源单独作用时，其余不起作用的电源应保留内阻。直流稳压电源内阻很小，当它们不起作用时，可用短接线代替。



实验内容与步骤

1. 测量前的准备
- 调节直流稳压电源使两路输出电压分别为： $U_{S1}=8V$ ， $U_{S2}=4V$ ，然后断开稳压电源开关。
2. 测量两个电压源共同作用时电路中的电压与电流
- (1) 按图 4-1 所示电路图接线。

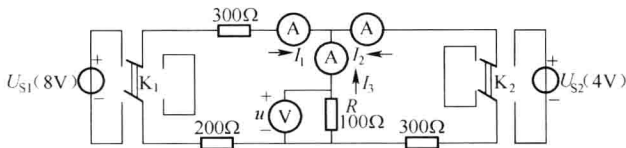


图 4-1 验证叠加定理电路图

- (2) 接通两电源， U_{S1} 、 U_{S2} 共同作用，测量各支路的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 及 R 两端的电压 U ，记入表 4-1。
- 注意：根据图 4-1 中各电流和电压的参考方向进行测量，若电流表反偏，应调换万用表两接线端后再进行测量，测量值为负。
3. 测量 U_{S1} 单独作用时电路中相应的电压与电流
- 电路图不变， K_1 、 K_2 向左闭合，重复测量上述电量，记入表 4-1。
4. 测量 U_{S2} 单独作用时电路中相应的电压与电流
- 电路图不变， K_1 、 K_2 向右闭合，重复测量上述电量，记入表 4-1。

表 4-1

		U_{S1} 单独作用	U_{S2} 单独作用	U_{S1} 、 U_{S2} 共同作用
I_1 (mA)	测量值			
	计算值			
	误差			
I_2 (mA)	测量值			
	计算值			
	误差			