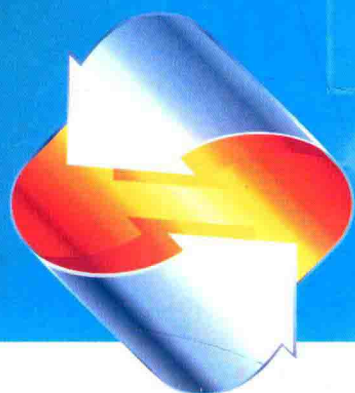


高等学校电子信息类专业“十三五”规划教材

01001011011100110110011

100100011010001101010010101

100100011010001101010010101



电工电子实验指导教程

主 编

陈文光

副主编

阳璞琼

董招辉



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子信息类专业“十三五”规划教材

电工电子实验指导教程

主 编 陈文光

副主编 阳璞琼 董招辉



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书结合实验装置以及仪器设备,介绍了电路原理、模拟电子技术和数字电子技术实验内容。本书共8章,主要包括电路原理实验、模拟电子技术实验、数字电子技术实验、常用实验数据处理方法及软件、综合实验设计、元器件基础、TINA电路仿真软件和实验仪器设备等。

本书从简到难,从局部到整体,虚拟与实际结合,内容完整,可作为高等院校信息与电气工程及相关专业本科生电工电子技术实验教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验指导教程/陈文光主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2016.9
高等学校电子信息类专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5606-4259-8

I. ①电… II. ①陈… III. ①电工试验—高等学校—教材
②电子技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TM ②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 215969 号

策 划 杨丕勇

责任编辑 王 瑛 杨丕勇

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2016年9月第1版 2016年9月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 15.875

字 数 377千字

印 数 1~4000册

定 价 34.00元

ISBN 978-7-5606-4259-8/TM

XDUP 4551001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

本书是电路原理、模拟电子技术、数字电子技术以及电工电子技术等课程的实验指导用书,用于培养学生独立实验的能力、分析与研究的能力、理论联系实际的能力和创新能力。

本书的编写,旨在使学生通过本书的学习达到以下目的:

- (1) 进一步巩固理论知识点。
- (2) 掌握电压、电流、电阻、时间、电位、功率、功率因数等的测量原理及方法,加强数字化测量技术和计算技术在实验中的应用。
- (3) 掌握数字存储示波器,直流稳压电源,万用表,函数发生器, R 、 L 、 C 参数测量仪,真有效值电流表,频率计等常用仪器的使用方法。
- (4) 掌握处理实验数据的一些常用方法。
- (5) 掌握常用的检测电路故障的实验方法。
- (6) 掌握常用的电路设计软件及仿真方法。

本书主要定位于实验教学,分两个层次:一个是本科生的电路原理、模拟电子技术及数字电子技术方面的基础教学,以及综合实验设计,难度是逐步加大的;另一个是在本课程体系里对硬件电路原理与软件辅助设计有机结合的强化。

本书共8章,主要内容包括电路原理实验、模拟电子技术实验、数字电子技术实验、常用实验数据处理方法及软件、综合实验设计、元器件基础、TINA电路仿真软件和实验仪器设备等。

本书由南华大学电气工程学院《电工电子实验指导教程》教材编写组编写,陈文光负责全书的构思,并编写绪论及第4、6章,管金云编写第1章,刘原编写第2章,董招辉编写第3章,阳璞琼编写第5章,欧阳宏志编写第7章,宾斌编写第8章。电工电子教学中心及电工电子实验中心的单长虹、陈蔚、李可生、王丽君、赵艳辉和王力等老师提出了宝贵的建议,浙江天煌科技实业有限公司提供了有关实验设备的资料,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏或不足,敬请广大读者指正。

编 者
2016年5月

目 录

绪论	1
0.1 电工电子实验课程的任务和要求	1
0.2 实验课程的基本程序	2
第1章 电路原理实验	5
1.1 电位、电压的测定及基尔霍夫定律的验证	5
1.2 叠加原理的验证	7
1.3 戴维南定理的验证	9
1.4 RC 一阶电路的响应测试	12
1.5 正弦稳态交流电路相量的研究	15
1.6 三相交流电路中电压、电流的测量	18
1.7 R 、 L 、 C 元件阻抗特性的测定	21
1.8 RLC 串联谐振电路的研究	24
1.9 互感电路实验	27
第2章 模拟电子技术实验	31
2.1 晶体管共发射极管放大器	31
2.2 集成运算放大器的模拟运算电路	38
2.3 负反馈放大器	45
2.4 RC 正弦波振荡器	49
2.5 整流滤波电路及直流串联稳压电源(集成稳压器)	52
2.6 应用运算放大器设计波形发生器	57
2.7 射极跟随器	61
2.8 OTL 功率放大器	65
2.9 差动放大器	69
2.10 LC 正弦波振荡器	74
2.11 场效应管放大器	78
2.12 有源滤波器	82
2.13 电压比较器	87
第3章 数字电子技术实验	92
3.1 二极管及三极管的开关特性(限幅与钳位)	92
3.2 TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	96
3.3 组合逻辑电路的设计与测试	101
3.4 译码器及其应用	103
3.5 数据选择器及其应用	109
3.6 触发器及其应用	112
3.7 计数器及其应用	117

3.8	555 定时器电路及其应用	121
3.9	智力竞赛抢答装置	125
3.10	电子秒表	127
3.11	$3\frac{1}{2}$ 位直流数字电压表	131
3.12	数字频率计	138
3.13	拔河游戏机	145
3.14	D/A、A/D 转换器	149
第 4 章	常用实验数据处理方法及软件	155
4.1	实验数据处理方法	155
4.2	实验数据处理软件	159
第 5 章	综合实验设计	175
5.1	微弱信号检测电路设计	175
5.2	高精度放大器设计	178
5.3	宽带放大器设计	180
5.4	恒压、恒流、恒阻电子负载设计	181
5.5	恒温控制电路设计	183
5.6	函数信号发生器电路设计	186
5.7	GAL 应用电路设计	189
第 6 章	元器件基础	192
6.1	电阻器件	192
6.2	电容器	197
6.3	电感器	200
6.4	半导体分立器件	201
6.5	半导体集成电路	204
第 7 章	TINA 电路仿真软件	206
7.1	TINA 电路仿真软件概述	206
7.2	基本库元件介绍	207
7.3	基本仪器仪表使用介绍	208
7.4	常见问题及其解决方法	211
第 8 章	实验仪器设备	213
8.1	电工实验装置	213
8.2	模拟电路实验箱	217
8.3	数字系统设计实验箱(10TH-SZ 型)	219
8.4	双通道数字存储示波器	223
8.5	直流稳压电源	232
8.6	数字式万用表	235
8.7	函数信号发生器	239
8.8	其他仪表	244
参考文献		248

绪 论

0.1 电工电子实验课程的任务和要求

本实验指导是电路原理、模拟电子技术、数字电子技术以及电工电子技术等课程体系的实验指导用书,用于指导学生掌握基本的电路知识、测试方法及测试仪器的使用方法等。它的基本内容渗透在工程科学等各个领域,应用于生产技术的许多部门,是工程技术的基础。

1. 课程任务

(1) 培养学生的基本科学实验技能,提高学生的科学实验基本素质,使学生初步掌握实验科学的思想和方法。培养学生的科学思维和创新意识,使学生掌握实验研究的基本方法,提高学生的分析能力和创新能力。

(2) 提高学生的科学素养,培养学生理论联系实际和实事求是的科学作风,以及认真严谨的科学态度,积极主动的探索精神,遵守纪律、团结协作、爱护公共财产的优良品德。

2. 课程对学生能力培养的基本要求

(1) 独立实验的能力——能够通过阅读实验教材、查询有关资料和思考问题,掌握实验原理及方法,做好实验前的准备工作;正确使用仪器及辅助设备,独立完成实验内容,撰写合格的实验报告。通过培养学生独立实验的能力,逐步形成自主实验的基本能力。

(2) 分析与研究的能力——能够融合实验原理、设计思想、实验方法及相关的理论知识对实验结果进行分析、判断、归纳与综合。通过对实验现象和电学规律的研究,培养学生分析与研究问题的能力。

(3) 理论联系实际的能力——能够在实验中发现、分析问题并解决问题,从而提高学生综合运用所学知识和技能解决实际问题的能力。

(4) 创新能力——能够完成符合规范要求的设计性、综合性内容的实验,进行初步的具有研究性或创意性内容的实验,激发学生的学习主动性,从而逐步培养学生的创新能力。

3. 教学内容基本要求

(1) 掌握基本电参数的测量方法。掌握电压、电流、时间、电位、功率、功率因数、电阻、效率的测量方法,注意加强数字化测量技术和计算技术在实验教学中的应用。

(2) 掌握实验室常用电学仪器的性能,并能够正确使用。掌握数字存储示波器,直流稳压电源,万用表,函数发生器,功率测试仪, R 、 L 、 C 参数测量仪,真有效值电压表、真

有效值电流表, 频率计等常用仪器的使用方法。

(3) 掌握测量误差的基本知识, 具有正确处理实验数据的基本能力。掌握处理实验数据的一些常用方法, 包括列表法、作图法和最小二乘法等。随着计算机及应用技术的普及, 应掌握用计算机通用软件处理实验数据的基本方法。

(4) 掌握常用的检测电路故障的实验方法。

(5) 了解常用的电路设计的软件及仿真方法。

0.2 实验课程的基本程序

实验的教学方式以实践训练为主, 学生应在实验教师的指导下, 充分发挥主观能动性, 加强实践能力的训练。实验课程通常分以下几个环节进行。

1. 预习

学生在课前要仔细阅读实验教材及有关资料, 弄清实验目的、实验原理、实验方法、实验设备、实验内容和主要步骤、实验注意事项等, 在此基础上写出预习报告。预习报告应简明扼要地写出实验名称、实验目的、实验原理、实验内容和步骤、原始实验数据记录表等, 最好进行一些仿真实验, 提前熟悉原理。做设计性实验前要查阅有关资料, 写出实验设计方案。预习的好坏是能否做好实验并取得主动的关键。

实验开始前由任课教师检查预习报告或提问。对于无预习报告或准备不够的学生, 教师可以停止其本次实验。

2. 实验操作

学生进入实验室要遵守实验室规则, 在教师的讲解和指导下熟悉实验原理、实验设备和实验步骤; 实验仪器的布置要有条理, 且要安全操作; 细心观察实验现象, 认真分析实验中遇到的问题。通过仔细操作, 有意识地培养学生使用和调节仪器的本领、精密正确的测量技能、善于观察和分析实验现象的科学素养、整洁清楚地做实验记录的良好习惯, 并逐步培养设计实验的能力。记录实验数据时不能使用铅笔。实验完毕, 数据应交教师审查签字, 将仪器、凳子归整好后, 才能离开实验室。

进入实验室不要穿拖鞋或光着脚丫, 注意用电安全问题; 同时, 进入实验室后不要乱动用电设备上的开关及按钮。

实验室规则

(1) 每次实验前必须针对本次实验的内容和目的, 进行充分认真的学习, 搞清本次实验采用的方法、原理、使用的仪器、测量的内容等, 并且会推导有关计算公式, 掌握所用主要仪器的工作原理、各仪器的使用方法, 熟悉实验的调节测量步骤及有关注意事项等, 在此基础上, 写出预习报告。

(2) 认真实验。每次实验必须在规定的时间内按时到实验室完成规定的内容, 不得迟到、早退和缺席, 原则上不补做。凡因故不能按时做实验的, 须持有效的证明先到实验室请假, 所缺的实验和任课教师协商另行补做。

(3) 每次实验必带实验指导书及实验报告本等。

(4) 进入实验室后,按教师安排的座位找好自己的实验台桌。实验前,一般由教师讲解主要实验原理、主要仪器的工作原理、操作步骤及注意事项,每个学生要认真听,以防动手实验时盲目实验,损坏仪器。

(5) 动手实验前,先清点仪器,检查仪器有无问题。发现仪器不够或有问题时,找教师解决,不要自己随意更换仪器。有的易损或易丢失的仪器或材料找教师借领,结束时归还。凡损坏或丢失仪器者,应赔偿一定的经济损失。

(6) 实验中要认真对照指导书和有关资料及仪器,做到心中完全有数后,才开始动手操作或调试仪器。即本次实验要测些什么量,各量分别用什么仪器去测,各仪器的测量条件是什么,怎样调节才能满足这些条件,怎样判断这些条件是否已经满足,测到数据后要验算是否符合要求,不符合要求的要查出原因或找教师帮助,不能盲目实验,不要违反仪器的操作规程。凡违反规程损坏仪器者,均按学校有关规定处理。

(7) 实验中要如实记录实验数据,严格养成实事求是的科学作风,不许假造数据。实验教学的主要目的不是偏重于使学生得到最好的实验结果,而是在于通过实验获得工程、实验知识,掌握实验方法,培养实验技能,提高动手能力和独立解决问题、排除实验故障的能力。对所得实验结果较差的,只要能找到原因,同样可得到较好的成绩。

(8) 实验时,不准大声喧哗,不得随地吐痰、乱丢纸屑,不准在实验室内抽烟、吃东西等,且每学期每个学生打扫一次实验室。

(9) 当实验数据全部测完后,不要急于收拾仪器,应先经自己验收基本合格后,再请教师验收,合格后教师签字,再清理仪器,并把仪器摆放整齐,交还临时借用的器件后,方可离开实验室。

(10) 实验结束后,要及时、严格、认真地完成实验报告。写实验报告时,字迹要整齐清洁,并按时交教师批改,且由教师签字的原始数据要粘贴在实验报告中一起交给教师,报告上必须写清专业名称、班号、学号和姓名。

3. 实验报告

实验报告的书写是实验的最后环节,也是整个实验的重要组成部分。通过撰写实验报告,可以锻炼学生科学技术报告的写作能力和总结工作的能力,这是未来从事任何工作都需要的能力。实验报告要用统一的实验报告纸书写,下面给出实验报告的一种参考格式。

实 验 报 告

实验名称:

姓名:

班级:

专业:

学号:

同组人姓名:

实验日期:

年 月 日

实验目的:总结本实验项目要达到的目的。

实验仪器:写出主要仪器的名称、规格及编号。

实验原理:用自己的语言,写出实验原理(实验的理论依据)和测量方法要点,说明实验中必须满足的实验条件,写出数据处理时必须用到的一些主要公式,标明公式中物理量的意义,画出必要的实验原理示意图、测量电路图。

实验内容和步骤：简明扼要地写出实验步骤。

实验原始数据记录：实验中测得的数据必须记录在预习时拟好的原始数据记录表格里，实验结束时原始数据必须由教师签字认可，交上来的实验报告中原始数据记录如无教师签字，则该份报告教师不批阅(或记为0分)。

实验数据处理：每个实验按数据处理的要求进行处理，处理方法依据实验种类而定，如采用列表法、作图法等处理数据，尽量使用软件处理，将结果粘贴在实验报告中。

结论：要将最终的实验结果写清楚，不要将其湮没在处理数据的过程中。

问题分析与讨论：对实验结果进行总结和分析，看看自己能否提出一些改进的意见，或者回答教师就本次实验提出的问题。

第1章 电路原理实验

1.1 电位、电压的测定及基尔霍夫定律的验证

一、实验目的

- (1) 掌握电位测量方法，验证电路中电位的相对性、电压的绝对性。
- (2) 验证基尔霍夫定律的正确性，加深对基尔霍夫定律的理解。
- (3) 学会应用基尔霍夫定律检查实验数据的正确性。

二、实验原理

实验原理图如图 1.1.1 所示。在一个闭合电路中，各点电位的高低根据所选电位参考点的不同而改变，但任意两点的电位差(即电压)是绝对的，它不因参考点的变动而改变。

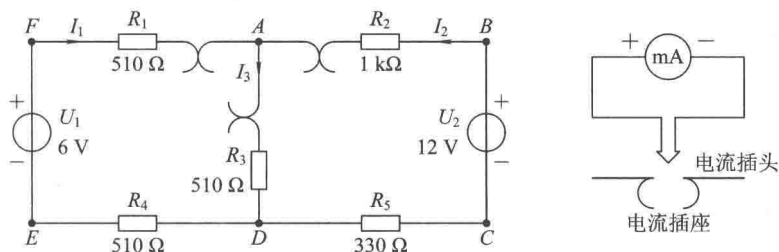


图 1.1.1 KCL、KVL 验证实验原理图

三、实验设备

本实验所需实验设备如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 基尔霍夫定律验证实验所需实验设备

设备名称	型号或规格	数量
直流稳压电源	DG04(+6 V, +12 V 切换)	1
可调直流稳压电源	DG04(0~30 V)	1
万用表	VT890C	1
直流数字电压表	D31	1
直流数字毫安表	D31	1
实验电路板	DG05	1

四、实验内容

实验电路如图 1.1.1 所示。

1. 电位、电压的测定

- (1) 调节两路直流稳压电源，令 $U_1=6\text{ V}$ 、 $U_2=12\text{ V}$ ，分别将其接入电路中。
- (2) 以图 1.1.1 中的 A 点为电位参考点，分别测量各点的电位值及两点之间的电压值，将数据填入表 1.1.2 中。
- (3) 以 D 点为电位参考点，重复(2)的步骤，将测得的数据填入表 1.1.2 中。

表 1.1.2 电位、电压测量记录表

电位参考点	V 与 U	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	计算值												
	测量值												
	相对误差												
D	计算值												
	测量值												
	相对误差												

2. 基尔霍夫定律的验证

- (1) 实验前先任意设定三条支路的电流参考方向(如图 1.1.1 中的 I_1 、 I_2 、 I_3 所示)以及三个闭合回路的电流正方向(如可设为 ADEFA、BADCB 和 FBCEF)。
- (2) 分别将两路直流稳压电源接入电路，令 $U_1=6\text{ V}$ ， $U_2=12\text{ V}$ 。
- (3) 熟悉电流插头的结构，将电流插头的两端接至数字毫安表的“+”、“-”两端。
- (4) 将电流插头分别插入三条支路的三个电流插座中，读出并记录电流值。
- (5) 用直流数字电压表分别测量两路电源及电阻元件上的电压值，将数据填入表 1.1.3 中。

表 1.1.3 基尔霍夫定律验证实验数据

被测量	I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_{FA}	U_{AB}	U_{AD}	U_{CD}	U_{DE}
计算值										
测量值										
相对误差										

五、实验注意事项

- (1) 所需测量的电压值均以电压表测量的读数为准，不以电源表盘的指示值为准。
- (2) 防止电源两端碰线短路。在测量过程中，注意电压的参考方向。

(3) 若用指针式万用表进行测量,要识别表笔的“+”、“-”极性。若万用表指针反偏(电压为负值时),必须调换表笔,重新测量,此时指针可正偏,但读得的电流值必须冠以负号。

(4) 注意仪表量程的及时更换。

六、预习思考题

(1) 根据电路参数,计算出待测的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和各电阻上的电压值,将其记入表中,以便实验测量时,可作为正确地选定毫安表和电压表量程的依据。

(2) 实验中,若用万用表测量各电位、电压,什么情况下可能出现指针反偏?应如何处理?在记录数据时,应注意什么?

七、实验报告要求

(1) 根据实验数据,绘制两个电位图,并对照观察各对应两点间的电压情况(两个电位图的参考点不同,但各点的相对顺序应一致,以便对照)。

(2) 根据实验数据,选定节点 A,验证 KCL 的正确性;选定实验电路中的一个闭合回路,验证 KVL 的正确性。

(3) 将支路和闭合回路的电流方向重新设定,重复(2)的验证。

(4) 总结电位相对性和电压绝对性的结论。

(5) 完成数据表格中的计算,对误差作必要的分析。

(6) 使用电路仿真软件 TINA 进行仿真实验,与实验数据对比,说明产生误差的原因。

1.2 叠加原理的验证

一、实验目的

(1) 验证线性电路叠加原理的正确性。

(2) 加深对线性电路叠加性和齐次性的认识及理解。

二、实验原理

叠加原理指出:在有多多个独立源共同作用下的线性电路中,通过每一个元件的电流或其两端的电压,可以看成是由每一个独立源单独作用时在该元件上所产生的电流或电压的代数和。

线性电路的齐次性是指当激励信号改变 K 倍时,电路的响应也将改变 K 倍。

三、实验设备

本实验所需实验设备如表 1.2.1 所示。

表 1.2.1 叠加原理验证实验所需实验设备

设备名称	型号或规格	数量
直流稳压电源	DG04(+6 V, +12 V 切换)	1
可调直流稳压电源	DG04(0~30 V)	1
万用表	VT890C	1
直流数字电压表	D31	1
直流数字毫安表	D31	1
实验电路板	DG05	1

四、实验内容

实验电路如图 1.2.1 所示。

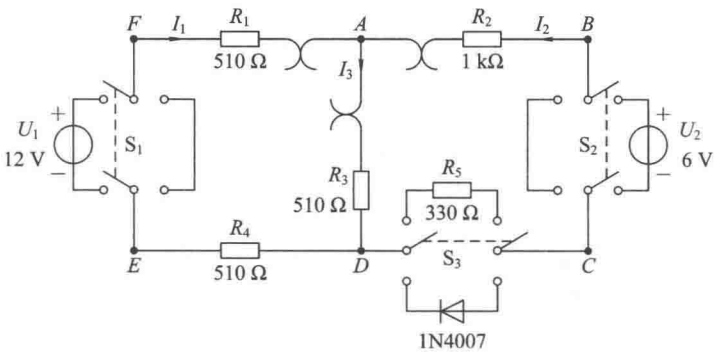


图 1.2.1 叠加原理验证实验原理图

- (1) 将两路直流稳压电源的输出分别调节为 12 V 和 6 V，接入 U_1 和 U_2 处。
- (2) 令 U_1 单独作用(将开关 S_1 拨向 U_1 侧，开关 S_2 拨向短路侧)，用直流数字电压表和毫安表(接电流插头)测量各电阻元件两端的电压及各支路电流，将数据记入表 1.2.2 中。

表 1.2.2 叠加原理实验数据

测量项目 实验内容	U_1	U_2	I_1	I_2	I_3	U_{AB}	U_{CD}	U_{AD}	U_{DE}	U_{FA}
U_1 单独作用										
U_2 单独作用										
U_1 、 U_2 共同作用										
$2U_2$ 单独作用										

- (3) 令 U_2 单独作用(将开关 S_1 拨向短路侧，开关 S_2 拨向 U_2 侧)，重复(2)的测量过程，将数据记入表 1.2.2 中。

(4) 令 U_1 和 U_2 共同作用(将开关 S_1 和 S_2 分别拨向 U_1 和 U_2 侧), 重复上述测量过程, 将数据记入表 1.2.2 中。

(5) 将 U_2 调至 12 V, 重复(3)的测量过程, 将数据记入表 1.2.2 中。

五、实验注意事项

(1) 所需测量的电压值均以电压表测量的读数为准, 不以电源表盘的指示值为准。

(2) 防止电源两端碰线短路。在测量过程中, 注意电压的参考方向。

(3) 若用指针式万用表进行测量, 要识别表笔的“+”、“-”极性。若万用表指针反偏(电压为负值时), 必须调换表笔, 重新测量, 此时指针可正偏, 但读得的电流值必须冠以负号。

(4) 注意仪表量程的及时更换。

六、预习思考题

(1) 叠加原理中 U_1 、 U_2 分别单独作用, 在实验中应如何操作? 可否直接将不作用的电源(U_1 或 U_2) 置零(短接)?

(2) 实验电路中, 若有一个电阻器改为二极管, 试问叠加原理的叠加性与齐次性还成立吗? 为什么?

七、实验报告要求

(1) 根据实验数据表格进行分析、比较, 归纳及总结实验结论, 即验证线性电路的叠加性与齐次性。

(2) 各电阻器所消耗的功率能否用叠加原理计算得出? 试用上述实验数据进行计算并得出结论。

(3) 使用电路仿真软件 TINA 进行仿真实验, 与实验数据对比, 说明产生误差的原因。

(4) 写出心得体会。

1.3 戴维南定理的验证

一、实验目的

(1) 验证戴维南定理的正确性, 加深对该定理的理解。

(2) 掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。

二、实验原理

1. 戴维南定理

任何一个线性含源网络, 如果仅研究其中一条支路的电压或电流, 则可将电路的其余部分看作是一个有源二端网络。

戴维南定理指出：任何一个线性含源网络总可以用一个电压源与一个电阻的串联来等效代替，此电压源的电动势 U_s 等于有源二端网络的开路电压 U_{oc} ，其等效内阻 R_0 等于该网络中所有独立源均置零(理想电压源视为短路，理想电流源视为开路)时的等效电阻。

2. 有源二端网络等效参数的测量方法

1) 开路电压、短路电流法测 R_0

在有源二端网络输出端开路时，用电压表直接测出开路电压 U_{oc} ，然后再将其输出端短路，用电流表测其短路电流 I_{sc} ，则等效电阻为

$$R_0 = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$$

如果二端网络的内阻很小，短路后其输出端易损坏内部元件，因此不宜用此法。

2) 伏安法测 R_0

先测量开路电压 U_{oc} ，连接一个负载电阻 R_L 后测出输出端电压 U_L 及电流 I_L ，则

$$R_0 = \frac{U_{oc} - U_L}{I_L}$$

3) 半电压法测 R_0

改变负载电阻，当输出端电压 U_L 为 U_{oc} 的一半时，负载电阻即为被测有源二端网络的等效电阻。

4) 零示法测 U_{oc}

在测量具有高内阻有源二端网络的开路电压时，用电压表直接测量，电压表的内阻会造成较大的误差。为了消除电压表内阻的影响，往往使用一个低内阻的电压源与被测有源二端网络进行比较，当该电源电压与有源二端网络的开路电压相等时，电源的电压即为网络的开路电压 U_{oc} 。

三、实验设备

本实验所需实验设备如表 1.3.1 所示。

表 1.3.1 戴维南定理验证实验所需实验设备

设备名称	型号或规格	数量
可调直流稳压电源	DG04(0~30 V)	1
可调直流恒流源	DG04	1
直流数字电压表	D31	1
直流数字毫安表	D31	1
万用表	VT890C	1
可调电阻箱	0~9999.9 Ω	2
戴维南定理实验板		1

四、实验内容

被测有源二端网络如图 1.3.1(a)所示。

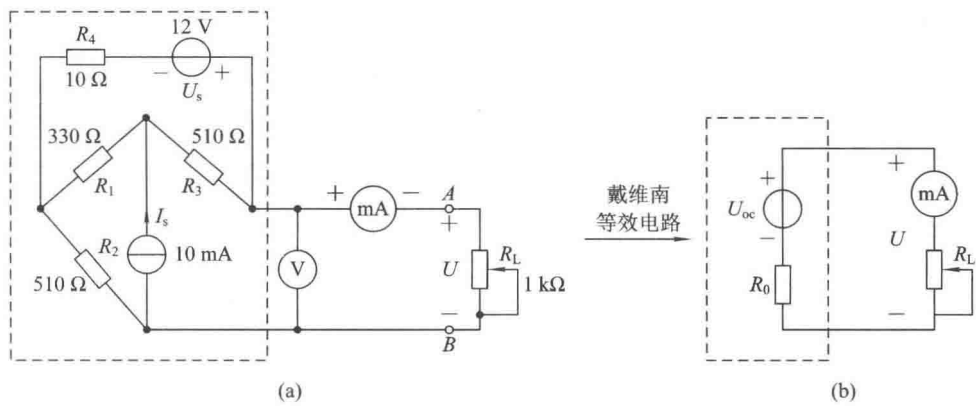


图 1.3.1 戴维南定理验证实验原理图

1. 用开路电压、短路电流法测定戴维南等效电路的 U_{oc} 、 R_0 和诺顿等效电路的 I_{sc} 、 R_0

按图 1.3.1(a)接入稳压电源 $U_s=12\text{ V}$ 和恒流源 $I_s=10\text{ mA}$ ，不接入 R_L ，测出 U_{oc} 和 I_{sc} ，并计算 R_0 ，将数据填入表 1.3.2 中。

表 1.3.2 开路电压与短路电流法记录表

U_{oc}/V	I_{sc}/mA	$R_0 = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}/\Omega$

2. 负载实验

按图 1.3.1(a)接入 R_L ，改变 R_L 的阻值，测量有源二端网络的外特性曲线，将数据填入表 1.3.3 中。

表 1.3.3 $U-I$ 关系记录表 1

R_L/Ω	100	200	300	400	500	600	700	800	900
U/V									
I/mA									

3. 验证戴维南定理

将可调电阻箱的阻值调整到等于按步骤 1 所得的等效电阻 R_0 之值，然后令其与直流稳压电源(调到步骤 1 所测得的开路电压 U_{oc} 之值)相串联，如图 1.3.1(b)所示，仿照步骤 2 测其外特性，将数据填入表 1.3.4 中，对戴维南定理进行验证。

表 1.3.4 $U-I$ 关系记录表 2

R_L/Ω	100	200	300	400	500	600	700	800	900
U/V									
I/mA									