

21世纪高等学校规划教材
Textbook Series of 21st Century

电工学实验及仿真教程

孙小燕 常 华 主编 魏章怀 王 一 副主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



21 世纪 高 等 学 校 规 划 教 材
Textbook Series of 21st Century

电 工 学 实 验 及 仿 真 教 程

主 编 孙小燕 常 华
副主编 魏章怀 王 一
编 写 王海龙 王 祺
主 审 赵 非



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。

本书主要包括五部分内容：第一部分电工技术实验，共有基本电工实验 9 个；第二部分电子技术实验，共有基本电子技术实验 10 个；第三部分电子电路仿真软件 Multisim 8 使用介绍；第四部分仿真实验，共有应用 Multisim 8 完成的基本电工和电子技术实验 17 个；第五部分附录。

本书可作为普通高等学校工科非电类各专业本科基础电类实验教程，也可作为高职高专、继续教育学院等工科相关专业的实验教程。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工学实验及仿真教程/孙小燕, 常华主编. —北京:
中国电力出版社, 2005.9

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 7-5083-3603-8

I. 电... II. ①孙... ②常... III. ①电工学-实验
-高等学校-教材②电工学-实验-计算机仿真-高等学校
-教材 IV. TM1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 102846 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 9 月第一版 2005 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 10 印张 225 千字

印数 0001—3000 册 定价 15.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前 言

《电工技术》、《电子技术》都是普通工科高校中实践性很强的技术基础课程。配合教学内容安排的实验是本课程的重要教学环节,它对学生加深理论知识的理解、提高动手能力、进行综合素质的培养,都有着重要的意义。

本教程根据普通高校《电工学》的实验课程大纲要求,对原来传统的《电工学》实验内容和体系进行了相应的改革,基本形成了由基础性实验、综合性实验、设计性实验和工程训练相结合的新型实验体系。基础性实验的设置目的是通过验证课堂教学的重要理论,使学生初步掌握从事科学实验的基本方法,掌握常用的电工与电子仪器的使用方法;综合性实验的设置目的是要使学生建立电工技术或电子技术的工程系统构成的概念,它在于使学生将理论知识与实践技能更好的结合;设计性实验是向学生提供若干工农业生产中常用的小型技术课题,由学生利用学过的知识,完成实现课题目标的技术设计,并在实验室提供的相应条件下,由学生独立进行基础设计并完成功能测试;工程训练是培养学生动手能力和工程实践能力的重要手段。

随着计算机技术的发展和应用,出现了许多电路、电子的计算机辅助分析软件,这些软件的应用对实际的实验内容给予了有效的补充和延伸。本教程对这些软件中性能非常完备的 Multisim8.0 给予了较详细的介绍,并设计了相应的电路、电子技术仿真实验。

本教程是在遵循课程的先进性、基础性和实用性的原则下,结合多年来实验改革经验的基础上编写的。

本教程共分五大部分:第一部分电工技术实验;第二部分电子技术实验;第三部分电子电路仿真软件 Multisim 8 使用介绍;第四部分仿真实验;第五部分附录。

本教程由孙小燕、常华策划并主编,魏章怀、王一副主编。全书由赵非主审。第一、二部分由孙小燕、王一合作编写,第三部分由常华编写,第四部分由王海龙编写,第五部分由魏章怀编写。仿真实验的验证、书稿的校对由王海龙、王祺完成。特别感谢中国农业大学实验室的李玲、翁荔老师给予的大力支持,并提出宝贵意见。

对于指导书中的不足和错误之处,恳请读者批评与指正。

编 者

2005 年 7 月

目 录

前言

第一部分 电工技术实验

实验一	电路元件伏安特性的测试	1
实验二	直流电路基本理论综合实验	3
实验三	单相交流电路综合实验	11
实验四	三相电路设计性实验	17
实验五	R 、 L 、 C 串联谐振电路的研究	21
实验六	暂态分析综合实验	23
实验七	变压器实验	27
实验八	继电接触电路的控制与实现	31
实验九	可编程序控制器 (PLC) 设计课题与实现	33

第二部分 电子技术实验

实验一	单相桥式整流电路	36
实验二	单级放大电路的研究	37
实验三	模拟电子电路综合实验	39
实验四	模拟运算电路实验	41
实验五	运算放大器构成的温度控制器的设计与研究	43
实验六	逻辑门电路和组合逻辑电路的研究	49
实验七	计数器与数码显示电路的研究	51
实验八	通用定时器 555 电路应用的研究	53
实验九	“数据采集—数字显示电路”的设计与研究	55
实验十	数—模转换器 (D/A 转换器)	58

第三部分 电子电路仿真软件 Multisim 8

使用介绍

一、前言	61
二、Multisim 8 的快速入门	62
三、定制适合自己使用的工作界面和工作环境	65
四、搭建电路及电路的编辑与说明	67
五、电子电路的测量——虚拟仪器、仪表的使用	71

六、图形观察分析窗口 Grapher View 的使用	80
七、电子电路的仿真分析方法	80

第四部分 仿 真 实 验

实验一 复杂直流电路仿真实验	89
实验二 正弦交流电路的功率仿真实验	89
实验三 LC 阻尼振荡电路仿真实验	91
实验四 微分电路和积分电路仿真实验	91
实验五 三相交流电路仿真实验	93
实验六 单相整流和电容滤波电路仿真实验	94
实验七 三极管交流小信号放大电路的仿真实验	95
实验八 集成运算放大器应用的仿真实验	97
实验九 集成门电路仿真实验	99
实验十 组合逻辑电路设计与分析	100
实验十一 编码器、译码器电路仿真实验	102
实验十二 计数器电路仿真实验	104
实验十三 DAC 电路仿真实验	107
实验十四 ADC 电路仿真实验	108
实验十五 555 电路仿真实验	110
实验十六 非正弦波傅里叶分析仿真实验	111
实验十七 调幅与检波电路仿真实验	113

第五部分 附 录

附录一 DGX-1 型电工技术实验装置的使用说明	114
附录二 常用电工仪表	119
附录三 常用电子仪器	126
附录四 编程器的使用说明	132
附录五 ZC-PLC 自动控制系统实验箱使用说明	138
附录六 MS-模拟电子技术系统实验箱使用说明	140
附录七 DS-电子技术设计性实验箱使用说明书	142
附录八 实验用集成电路介绍	146

第一部分 电工技术实验

实验一 电路元件伏安特性的测试

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. 掌握实验台上的设备和直流电工仪表的使用方法。

二、实验设备

表 1-1-1

实验设备表

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	GSY-1 型综合测量表		1	
2	可调直流稳压电源		1	DC04
3	实验电路箱		1	DC21

三、原理说明

任何一个二端元件的特性都可用通过该元件的电流 I 与该元件的端电压 U 之间的函数关系 $I=f(U)$ 来表示, 即可用 $I-U$ 平面上的一条曲线来表示, 该曲线称为该元件的伏安特性曲线。

1. 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 1-1-1 中直线 a 所示。

2. 白炽灯在工作时灯丝处于高温状态, 其灯丝电阻随温度的升高而增大。一般白炽灯的“冷电阻”与“热电阻”可相差几倍甚至十几倍, 所以它的伏安特性曲线不是直线, 如图 1-1-1 中曲线 b 所示。

3. 半导体二极管是一个非线性电阻元件, 其伏安特性如图 1-1-1 中曲线 c 所示。正向电压很小时, 正向电流也很小, 当正向压降超过某一值时 (这个值称为死区电压, 一般锗管约为 $0.2 \sim 0.3V$, 硅管约为 $0.5 \sim 0.7V$), 正向电流随正向电压的增大而急剧增大; 反向电压从零一直增加到十几至几十伏时, 反向电流随之增加很小, 可近似认为为零, 所以二极管具有单向导电性。但反向电压不能过高, 当超过某一极限值时, 二极管将反向击穿而损坏。

4. 稳压二极管是一种特殊的半导体二极管, 其正向特性与普通二极管类似, 但反向特性较特别, 如图 1-1-1 中曲线 d 所示。在反向电压开始增加时, 其反向电流几乎为零, 但

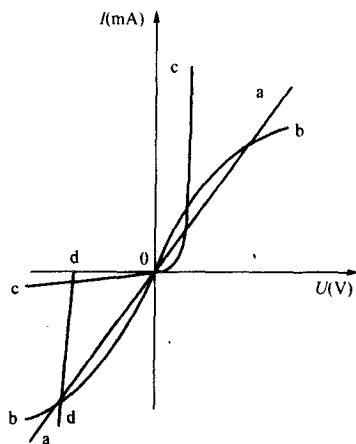


图 1-1-1

表 1-1-5 测量非线性元件二极管的伏安特性数据 (反向特性)

U_{VD} (V)	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
I_{VD} (mA)							

6. 测量稳压二极管的伏安特性。将图 1-1-3 中的二极管 2CP15 换成稳压二极管 2CW51, 重复实验内容 5 的测量, 将数据记录于表 1-1-6 和表 1-1-7 中。测稳压二极管反向特性时, 需将稳压二极管反接, 其反向电压按表 1-1-7 所示取值。

表 1-1-6 测量非线性元件稳压二极管的伏安特性数据 (正向特性)

U_{VD} (V)	0	0.54	0.56	0.58	0.60	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70
I_{VD} (mA)										

表 1-1-7 测量非线性元件稳压二极管的伏安特性数据 (反向特性)

U_{VD} (V)	0	-1	-2	-2.5	-3	-3.5	-4
I_{VD} (mA)							

五、实验注意事项

1. 注意“GSY 型高性能数字化组合型测量仪表”的极性、量程及档位。
2. 所有需要测量的数据均以仪表读数为准。
3. 在各数据表格中记录数据时, 应注意数据的正负。
4. 稳压电源输出端切勿短路。
5. 改接线路时要注意先关断电源。
6. 测量二极管正向特性时, 稳压电源输出应由小到大缓慢增加, 并时刻注意测量电流的直流表的读数不得超过 25mA。

六、预习思考题

1. 线性电阻元件与非线性电阻元件的概念是什么? 它们的伏安特性有何区别?
2. 稳压二极管和普通二极管有何区别? 它的用途是什么?

七、实验报告要求

1. 根据各实验数据, 在同一坐标纸上绘出各元件对应的伏安特性曲线 (二极管和稳压二极管的正向电压和反向电压可取不同的比例尺)。
2. 根据实验结果, 总结、归纳被测各元件的特性。

实验二 直流电路基本理论综合实验

一、实验目的

1. 验证基尔霍夫定律、叠加原理及戴维南定理的正确性, 加深对这些基本理论的认识

与理解。

2. 进行电源外特性的测试, 验证电压源与电流源的等效变换条件。

二、实验设备

表 1-2-1

实验设备表

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	GSY-1 型综合测量表		1	
2	数字万用表		1	
3	可调直流稳压电源		1	DG04
4	可调直流恒流源		1	DG04
5	实验电路箱		1	DG05
6	实验电路箱		1	DG21

三、基尔霍夫定律的验证

(一) 原理说明

基尔霍夫定律包括基尔霍夫电流定律 (KCL) 和基尔霍夫定律电压定律 (KVL)。基尔霍夫

夫电流定律指出, 对电路中任一节点而言 $\sum i = 0$; 基尔霍夫电压定律指出, 对电路中任一闭合回路而言 $\sum u = 0$ 。

(二) 实验内容

实验电路如图 1-2-1 所示, $E_1 = 12V$, $E_2 = 6V$, 为两路直流稳压电源的输出。

1. 用“GSY 型高性能数字化组合型测量仪表”测量实验电路中的三个电流 I_1 、 I_2 、 I_3 (开关

S1、S2 合向电源侧), 将测量数据记录于表 1-2-2 中。“GSY 型高性能数字化组合型测量仪表”的使用说明见附录二第三节。

2. 用“GSY 型高性能数字化组合型测量仪表”测量表 1-2-2 中要求的各电压值, 将测量数据记录于该表中。

表 1-2-2

实验测量项目和数据

测量项目	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	E_1 (V)	E_2 (V)	U_{FA} (V)	U_{AB} (V)	U_{AD} (V)	U_{CD} (V)	U_{DE} (V)
计算值										
测量值										

四、叠加原理的验证

(一) 原理说明

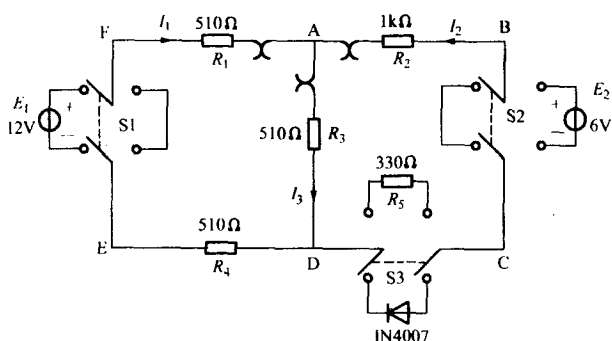


图 1-2-1

1. 叠加原理指出：在几个独立电源共同作用的线性电路中，任一支路电流（或电压）都是电路中各独立电源单独作用时在该支路所产生的电流（或电压）的叠加。

2. 齐次性定理是叠加原理的推广，齐次性定理指出：在线性电路中，当所有激励（独立电源）都增大或缩小 K 倍（ K 为实常数），响应（电流或电压）也将同样增大或缩小 K 倍。

（二）实验内容

实验电路如图 1-2-2 所示，
 $E_1 = 12\text{V}$ ， $E_2 = 6\text{V}$ ，为两路直流稳压电源的输出。

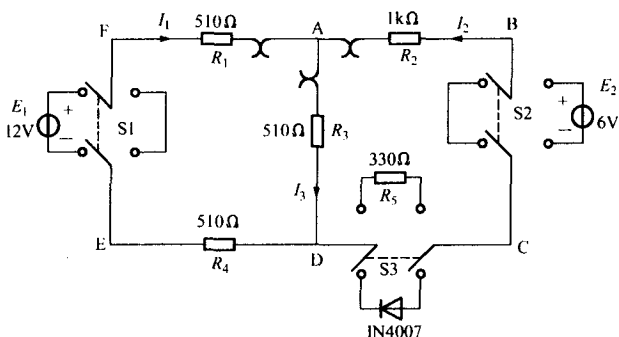


图 1-2-2

1. 按表 1-2-3 所列，首先将开关 S3 投向电阻侧，分四种情况，分别测量 I_1 、 I_2 、 I_3 和 U_{AD} ，将测量数据记录于表 1-2-3 中。

- (1) E_1 、 E_2 共同作用（即开关 S1 投向 E_1 侧，开关 S2 投向 E_2 侧）。
- (2) 令 E_1 单独作用（即开关 S1 投向 E_1 侧，开关 S2 投向短路侧）。
- (3) 令 E_2 单独作用（即开关 S1 投向短路侧，开关 S2 投向 E_2 侧）。
- (4) 将 E_2 调至 12V，令 E_2 单独作用（即开关 S1 投向短路侧，开关 S2 投向 E_2 侧）。

2. 按表 1-2-3 所列，再将开关 S3 投向二极管侧，亦分四种情况，重复实验内容 1 的测量。

表 1-2-3

叠加原理验证实验项目和数据

实验内容		测量项目	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	U_{AD} (V)
开关 S3 投向电阻侧	E_1 、 E_2 共同作用					
	E_1 单独作用					
	E_2 单独作用					
	$2E_2$ 单独作用					
开关 S3 投向二极管侧	E_1 、 E_2 共同作用					
	E_1 单独作用					
	E_2 单独作用					
	$2E_2$ 单独作用					

五、戴维南定理的验证

（一）原理说明

1. 任何一个线性含源网络，如果仅研究其中一条支路的电压和电流，则可将电路的其余部分看作一个有源二端网络。

戴维南定理指出：任何一个线性有源二端网络，总可以用一个等效电压源来代替，该等效电压源的电动势 E_s 等于原有源二端网络的开路电压 U_{oc} ，等效内阻 R_0 等于该有源二端网络除源后所得到的无源二端网络的等效电阻。 E_s 、 R_0 称为有源二端网络的等效参数。

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：在有源二端网络输出端开路时，用电压表直接测量其输出端的开路电压 U_{oc} ，然后将输出端短路，用电流表测量其短路电流 I_{sc} ，则等效电阻为

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

(2) 伏安法：若二端网络内阻很小时，不宜测量其短路电流，则可采用伏安法。

先用电压表测量开路电压 U_{oc} ，然后在输出端接负载，分别测出负载端电压 U 及负载电流 I ，则等效电阻为

$$R_0 = \frac{U_{oc} - U}{I}$$

(3) 半电压法：如图 1-2-3 所示，当负载电压为被测网络开路电压一半时，负载电阻即为被测二端网络的等效电阻。

(4) 零示法：在测量具有高内阻有源二端网络的开路电压时，用电压表直接测量会造成较大的误差，为了消除电压表内阻的影响，往往采用零示测量法，如图 1-2-4 所示。

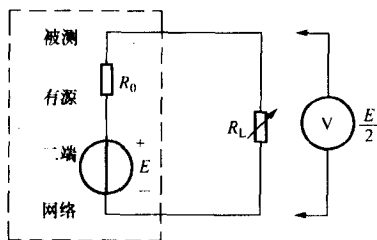


图 1-2-3

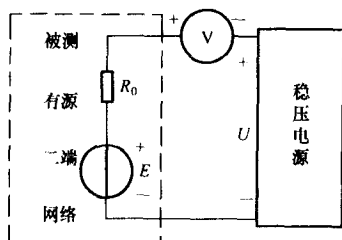


图 1-2-4

零示测量法原理是用一低内阻的稳压电源与被测有源二端网络进行比较，当稳压电源的输出电压与有源二端网络的开路电压相等时，电压表的读数将为“0”，然后将电路断开，测量此时稳压电源的输出电压，即为被测有源二端网络的开路电压。

(二) 实验内容

其实验电路如图 1-2-5 所示。其中图 1-2-5 (a) 中， $E_s = 12V$ ，为一稳压电源的输出； $I_s = 10mA$ ，为恒流源的输出。

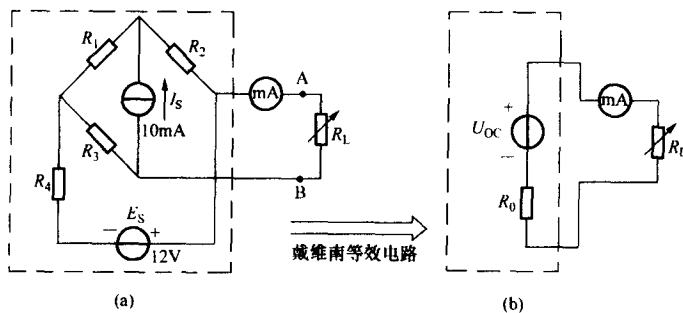


图 1-2-5

1. 图 1-2-5 (a) 所示电路, 从 A、B 两端看进去, 为一有源二端网络, 用开路电压、短路电流法测量该二端网络的开路电压 U_{oc} 和短路电流 I_{sc} , 并计算 R_0 , 将数据记录于表 1-2-4 中。

表 1-2-4 戴维南定理验证实验数据

U_{oc} (V)	I_{sc} (mA)	$R_0 = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$ (Ω)

2. 测量有源二端网络的外特性。在图 1-2-5 (a) 所示电路中接入负载电阻 R_L (R_L 用 DG21 实验箱中的可变电阻器 R_2 代替), 改变 R_L 的值, 测量其两端电压和其中通过的电流, 数据记录于表 1-2-5 中。

表 1-2-5 测量有源二端网络的外特性数据

R_L (Ω)	0	200	400	600	800	1000	∞
U (V)							
I (mA)							

3. 测量戴维南等效电路的外特性。构成戴维南等效电路如图 1-2-5 (b) 所示 (内阻 R_0 用 DG21 实验箱中的可调电阻 R_1 代替, 并用数字万用表校准其阻值; 负载电阻 R_L 仍用 DG21 实验箱中的可变电阻器 R_2 代替), 改变 R_L 的值, 测量其两端电压和其中通过的电流, 数据记录于表 1-2-6 中。

表 1-2-6 测量戴维南等效电路的外特性数据

R_L (Ω)	0	200	400	600	800	1000	∞
U (V)							
I (mA)							

4. 有源二端网络等效内阻 R_0 的其他测量方法如下:

(1) 用万用表的欧姆档进行测量, 这时应除去有源二端网络中的电压源和电流源。除源时要注意: 对于电压源, 应断开稳压电源, 再将实验电路中的相应位置用一根导线短路, 不可直接将稳压电源短路; 对于电流源, 应断开恒流源。

(2) 用半电压法进行测量。

六、电压源、电流源及其等效变换

(一) 原理说明

1. 直流稳压电源在一定的电流范围内, 具有很小的内阻, 所以在实用中, 常将其视为理想的电压源, 其输出电压不随负载电流而变, 其外特性, 即伏安特性是一条平行于 I 轴的直线。恒流源在一定的电压范围内, 其输出电流不随负载电压而变, 其外特性, 即伏安特性是一条平行于 U 轴的直线。

2. 实际电压源, 都具有一定的内阻, 可用一个理想电压源和一个小电阻相串联来模拟; 实际电流源, 则可用一个恒流源和一个大电阻相并联来模拟。

3. 一个实际的电源, 就其外特性而言, 既可以看成是一个电压源, 又可以看成是一个

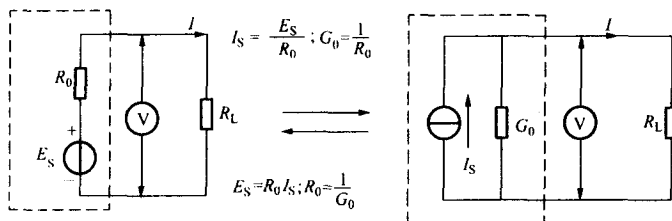


图 1-2-6

电流源。若视为电压源，则用一个理想电压源和一个电阻相串联来表示；若视为电流源，则用一个恒流源和一个电阻相并联来表示。如图 1-2-6 所示，对负载而言，两个虚线框中的电压源和电流源是等效的，等效条件为

$$I_s = \frac{E_s}{R_0}$$

(二) 实验内容

1. 测试直流稳压电源和实际电压源的外特性：

(1) 按图 1-2-7 接线，其中 $E_s = 6V$ 为直流稳压电源的输出，调节电阻 R_2 ，使其阻值由小到大变化，测量图中仪表所在位置的电压与电流，数据记录于表 1-2-7 中。

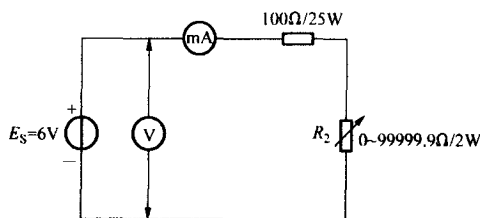


图 1-2-7

表 1-2-7

测试直流稳压电源的外特性数据

$R_2 (\Omega)$	100	200	300	400	500	600	∞
$U (V)$							
$I (mA)$							

(2) 按图 1-2-8 接线，其中虚线框模拟一个实际电压源，调节电阻 R_2 ，使其阻值由小到大变化，测量仪表所在位置电压与电流，数据记录于表 1-2-8 中。

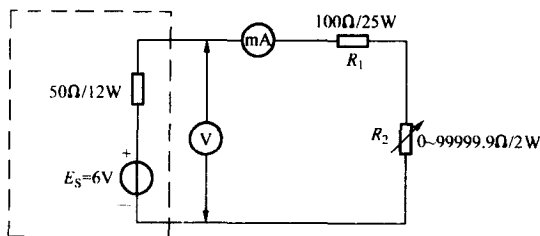


图 1-2-8

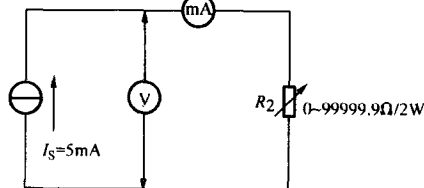


图 1-2-9

表 1-2-8

测试实际电压源的外特性数据

$R_2 (\Omega)$	100	200	300	400	500	600	∞
$U (V)$							
$I (mA)$							

2. 测试恒流源与实际电流源的外特性:

(1) 按图 1-2-9 接线, 其中 $I_s = 5\text{mA}$ 为恒流源的输出, 调节电阻 R_2 , 使其阻值由小到大变化, 测量仪表所在位置电压与电流, 数据记录于表 1-2-9 中。

表 1-2-9

测试恒流源的外特数据

$R_2 (\Omega)$	0	100	200	300	400	500	600
$U (\text{V})$							
$I (\text{mA})$							

(2) 按图 1-2-10 接线, 其中虚线框模拟一个实际电流源, 调节电阻 R_2 , 使其阻值由小到大变化, 测量仪表所在位置电压与电流, 数据记录于表 1-2-10 中。

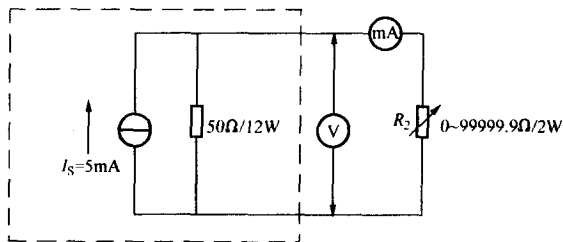


图 1-2-10

表 1-2-10

测试实际电流源的外特数据

$R_2 (\Omega)$	0	100	200	300	400	500	600
$U (\text{V})$							
$I (\text{mA})$							

3. 测定并验证电压源与电流源等效变换的条件。首先按图 1-2-11 (a) 接线, 读取并记录电压表和电流表的读数 ($U = \underline{\hspace{2cm}} \text{V}$; $I = \underline{\hspace{2cm}} \text{A}$)。然后按图 1-2-11 (b) 接线, 注意开始使恒流源输出电流 I_s 为零, 再慢慢调节 I_s , 当电压表与电流表的读数与图 1-2-11 (a) 的值相等时, 记录 I_s 的值 ($I_s = \underline{\hspace{2cm}} \text{A}$)。

验证电压源与电流源等效变换的条件。

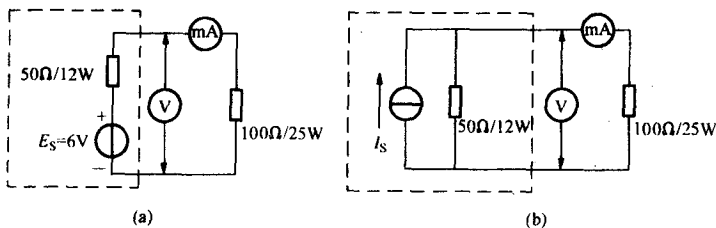


图 1-2-11

七、实验注意事项

1. 注意“GSY 型高性能数字化组合型测量仪表”的极性、量程及档位。
2. 所有需要测量的数据均以仪表读数为准。

3. 在各数据表格中记录数据时, 应注意数据的正负。

4. 稳压电源的输出端切勿短路。

5. 改接线路时要注意先关断电源。

6. 用万用表直接测量二端网络的等效内阻 R_0 时, 必须除去网络中的电压源和电流源, 以免损坏万用表, 其次万用表的欧姆档必须调零后, 再进行测量。除源时要注意: 对于电压源, 应断开稳压电源, 再将实验电路中的相应位置用一根导线短路, 不可直接将稳压电源短路; 对于电流源, 应断开恒流源。

7. 在测电压源外特性时, 不要忘记测空载时的电压值; 在测电流源外特性时, 不要忘记测短路时的电流值。注意恒流源负载电压不可超过 20V, 负载更不可开路。

八、预习思考题

1. 根据图 1-2-1 所示实验电路, 计算表 1-2-2 所示待测电流及电压, 并记于表中, 以便实际测量时, 可正确选择仪表的量程。

2. 在各数据表格中记录数据时, 应如何注意数据的正负?

3. 叠加原理实验中, E_1 、 E_2 分别单独作用时, 可否将不作用的电源直接置零 (短路)?

4. 叠加原理实验中, 若将一电阻改为二极管, 叠加原理与齐次定理还成立吗? 为什么?

5. 根据图 1-2-5 (a) 所示实验电路, 计算二端网络的等效内阻, 以便实际测量时, 将实测值和理论值进行比较。

6. 了解测量有源二端网络的开路电压及等效内阻的几种方法, 并比较各自的优缺点。

7. 直流稳压电源的输出端为什么不允许短路? 直流恒流源的输出端为什么不允许开路?

8. 电压源与电流源的外特性为什么呈下降变化趋势? 稳压电源和恒流源的输出在任何负载下是否都保持恒定值?

九、实验报告要求

1. 根据表 1-2-2 数据, 选定实验电路中的某一节点, 比如 A 点, 验证 KCL 的正确性; 选定实验电路中的某一闭合回路, 比如 EFABCDE 回路, 验证 KVL 的正确性。

2. 根据表 1-2-3 数据, 验证线性电路的叠加原理及齐次性定理的正确性。并说明叠加原理及齐次性定理只适用于线性电路。

3. 根据表 1-2-5、表 1-2-6 数据, 绘制有源二端网络的外特性及其戴维南等效电路的外特性曲线, 验证戴维南定理的正确性。

4. 比较有源二端网络等效内阻 R_0 的各种测量方法, 说明各自的适用性。

5. 根据表 1-2-7、表 1-2-8、表 1-2-9、表 1-2-10 数据, 分别绘制稳压电源、实际电压源、恒流源、实际电流源的外特性曲线, 总结、归纳各类电源的特性。

6. 根据图 1-2-11 的测量结果, 说明电压源与电流源等效变换的条件。

实验三 单相交流电路综合实验

一、实验目的

1. 测定 R 、 L 、 C 元件阻抗及阻抗角频率特性曲线。
2. 加深理解 R 、 L 、 C 各元件端电压与电流之间的相位关系。
3. 学习用交流电压表、交流电流表和单相功率表测量阻抗的交流等效参数。
4. 学习单相功率表的使用方法。
5. 研究正弦稳态交流电路中电压相量之间的关系。
6. 学习日光灯接线及功率因数提高的方法。

二、实验设备

表 1-3-1

实验设备表

序 号	名 称	型号与规格	数 量	备 注
1	交流毫伏表		1	
2	双踪示波器		1	
3	低频信号发生器		1	DG03
4	实验电路箱		1	DG21
5	GSY - II 型综合测量表		1	
6	自耦调压器		1	DG01
7	实验电路箱		1	DG08
8	日光灯管		1	

三、 R 、 L 、 C 元件阻抗及阻抗角频率特性的测定

(一) 原理说明

1. 在正弦交流信号作用下, R 、 L 、 C 各电路元件的阻抗—频率特性曲线如图 1-3-1 所示。

2. 测量元件阻抗—频率特性的电路如图 1-3-2 所示, 图中 r 是一个标准小电阻, 由于 r 的阻值远小于被测元件的阻抗值, 因此可以认为 AB 之间电压就是被测元件 R 或 L 或 C 两端的电压, 而流过被测元件的电流可由 r 两端的电压除以 r 得到。若用双踪示波器同时观察被测元件和 r 两端的电压, 也就反映出被测元件两端电压与流过该元件电流的波形, 从而可在荧光屏上直接测出被测元件两端电压与流过该元件电流之间的相位差 (即元件的阻抗角)。假设在荧光屏上已测得元件的电压、电流波形如图 1-3-3 所示, 从图中看出信号一个周期所占格数为 n , 相位差所占格数为 m , 则实际的相位差 φ (即元件的阻抗角) 为

$$\varphi = m \times \frac{360^\circ}{n}$$