

高等学校教材

电工电子技术 实验教程

主 编 葛广英

中国石油大学出版社

高等学校教材

电工电子技术 实验教程

主 编 葛广英

副主编 冯学桥 安学立 张一清 张黎明

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验教程/葛广英主编. —东营:中国石油大学出版社, 2009. 7

ISBN 978-7-5636-2854-4

I. 电… II. 葛… 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. TM-33 TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 121630 号

书 名: 电工电子技术实验教程

主 编: 葛广英

责任编辑: 刘 静

封面设计: 赵志勇

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: cbs2006@163.com

印 刷 者: 莱芜市圣龙印务有限责任公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8391810)

开 本: 185×260 印张: 11.5 字数: 278 千字

版 次: 2009 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 19.80 元



电工电子技术实验是高等学校电子信息类、电气类和其他相近专业的电工电子技术课程教学的一个非常重要的环节。实验教学能够巩固学生的电工电子技术基础理论知识,培养学生的实践技能和分析问题、解决问题的能力,启发学生的创新意识。

《电工电子技术实验教程》可作为理工科电路分析、电工学、模拟电子技术、数字电子技术以及工艺实训等课程的实验教材。我们参照了国家教育部电子信息与电气学科教学指导委员会提出的“电工电子技术基础课程教学基本要求”和《高等学校基础课实验教学示范中心的建设标准》,总结了多年的实验教学经验和工程技术经验,紧跟时代的步伐,编写了本实验教材。

随着网络和信息技术的迅猛发展,电子技术也获得了飞速的发展,现代电子产品已渗透到了社会的各个领域。EDA(Electronic Design Automation)技术是现代电子设计技术的核心,在EDA工具设计平台上,对所设计的电路自动完成逻辑编译、逻辑化简、逻辑分割、逻辑综合、布局布线,以及电路功能和时序仿真测试,直至完成所要求的电子电路系统的功能。对于工科专业的学生,在注重理论知识的基础上,应该强调课程的技术性和应用性,增强学生的实际电子电路设计能力,以及了解和掌握最新现代电子技术设计工具的能力。因此,本书将EDA设计方法和工具软件——Multisim和Quartus II的使用方法引入到实验教学中,使本教材更具先进性和实用性,目的就是启发、引导和培养学生的综合设计能力,以及使用工具软件进行电子电路的设计、仿真能力。

《电工电子技术实验教程》分为五篇,各成体系,又相互联系。其中,第一篇是电路分析、电工学课程的实验内容;第二篇是模拟电子技术基础课程的实验内容;第三篇是数字电子技术基础课程的实验内容;第四篇介绍了现代电子技术设计和工具软件的使用方法;第五篇是电子工艺实训的实验内容。全书基础实验部分基本上按照课程的内容顺序编排,每个实验给出了实验参考电路、实验仪器、器件以及实验步骤,并给出了实验思考题和实验报告的要求。

本书第一篇由张一清编写,第二篇由安学立编写,第三篇由冯学桥编写,第四篇由葛广英编写,第五篇由张黎明编写,附录由杨少卿编写。全书由葛广英统一审阅并定稿。

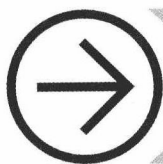
由于我们水平有限,加之编写时间仓促,书中不足之处在所难免,欢迎读者和同行批评指正。

编者

2009年7月

第一篇 电工学与电路分析实验	1
实验一 电路元件伏安特性的测绘	2
实验二 基尔霍夫定律和叠加原理	5
实验三 电压源与电流源的等效变换	7
实验四 戴维宁定理	11
实验五 受控源的实验研究	14
实验六 三相交流电路电压、电流的测量	18
实验七 正弦稳态交流电路相量的研究	21
实验八 功率因数及相序的测量	24
实验九 三相鼠笼式异步电动机	26
实验十 三相鼠笼式异步电动机点动和自锁控制	30
第二篇 模拟电子技术实验	33
实验一 常用电子仪器的使用	35
实验二 单管交流放大电路	40
实验三 射极跟随电路	43
实验四 两级阻容耦合放大电路	46
实验五 直流差动放大电路	48
实验六 负反馈放大电路	51
实验七 比例求和运算电路	54
实验八 积分与微分电路	56
实验九 集成电路 RC 正弦波振荡电路	59
实验十 电压比较与波形发生电路	61
实验十一 集成功率放大电路	63
实验十二 整流滤波与并联稳压电路	65
实验十三 串联稳压电路	68
实验十四 集成稳压电路	70
实验十五 LC 选频放大与 LC 正弦振荡电路	73
第三篇 数字电子技术实验	75
实验一 TTL 基本门电路逻辑功能测试	76
实验二 OC 门和三态门的应用	80
实验三 组合逻辑电路的设计(一)	84
实验四 组合逻辑电路的设计(二)	87
实验五 集成触发器	91
实验六 移位寄存器及其应用	93
实验七 计数器及其应用	97
实验八 时序逻辑电路设计	102
实验九 集成 555 定时器及其应用	103
实验十 数/模(D/A)及模/数(A/D)转换	106
实验十一 数字电路系统的设计性实验	112

(一) 多功能数字钟	112
(二) 数字频率计	113
(三) 串行数字锁	114
(四) 光控计数器	115
(五) 十字路口交通管理系统	116
(六) 两人乒乓球游戏机	117
第四篇 现代电子设计技术	119
第1章 Multisim 9 及其应用	123
1.1 Multisim 9 基本操作	123
1.1.1 基本界面	123
1.1.2 Multisim 9 菜单栏	123
1.1.3 Multisim 元器件栏	127
1.1.4 Multisim 仪器仪表栏	128
1.2 Multisim 仪器仪表使用	128
1.2.1 数字万用表(Multimeter)	128
1.2.2 失真度仪(Distortion Analyzer)	129
1.2.3 瓦特表(Wattmeter)	129
1.2.4 双通道示波器(Oscilloscope)	129
1.2.5 函数发生器(Function Generator)	130
1.2.6 频率计(FreqCouter)	130
1.2.7 波特图仪(Bode Plotter)	131
1.2.8 逻辑分析仪(Logic Analyzer)	131
1.2.9 Agilent(安捷伦)万用表	132
1.2.10 数字信号发生器(Word Generator)	133
1.2.11 逻辑转换器(Logic Converter)	133
1.3 Multisim 应用实例——单级放大电路的仿真	134
第2章 Quartus II 及其应用	141
2.1 Quartus II 简介	141
2.2 Quartus II 的设计应用实例	141
2.2.1 输入电路原理图	142
2.2.2 创建工程项目	144
2.2.3 编译前设置	147
2.2.4 全程编译	149
2.2.5 时序和功能测试	150
2.2.6 十进制计数器的设计	152
2.2.7 管脚锁定	154
2.2.8 对FPGA编程下载配置	155
第五篇 电子工艺实训	157
训练一 锡焊技术及五步法	158
训练二 PCB焊接	159
训练三 导线焊接及焊接技巧	161
训练四 SMT 工艺	161
训练五 电调谐微型FM收音机的安装	163
附录	169
参考文献	178



第一篇 电工学与电路分析实验

电工学实验是电工学教学中不可缺少的重要环节。它对培养学生的实验研究能力、分析和解决问题的能力、实验数据的处理能力、理论联系实际的能力、故障诊断能力、设计与实践能力等都具有积极的作用。通过电工学实验,学生能够基本掌握常用电子仪器(万用表、毫伏表、信号源、直流稳压电源、示波器)的正确使用,基本电参数(交直流电压、交直流电流、频率、时间等)的测量,电路的基本测试方法(时域),以及电子元器件的国标系列符号和正确的选择、测试、使用。同时在实验中培养学生实事求是、严谨的科学作风,良好的治学精神以及爱护公物的优秀品质,并学会编写实验报告(包括对测试结果数据的基本分析、处理),为今后学习专业知识和工作打下良好的基础。

实验一 电路元件伏安特性的测绘

一、实验目的

1. 学会识别常用电路元件的方法。
2. 掌握线性电阻、非线性电阻元件伏安特性的测绘方法。
3. 掌握实验台上直流电工仪表和设备的使用方法。

二、实验仪器

- | | | | |
|-------------|--------|------------|------------|
| 1. 可调直流稳压电源 | 2. 万用表 | 3. 直流数字毫安表 | 4. 直流数字电压表 |
| 5. 二极管 | 6. 稳压管 | 7. 白炽灯 | 8. 线性电阻器 |

三、实验原理

任何一个电路元件的伏安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 $I=f(U)$ 来表示,即用 $I-U$ 平面上的一条曲线来表征。这条曲线称为该元件的伏安特性曲线,如图 1.1.1 所示。

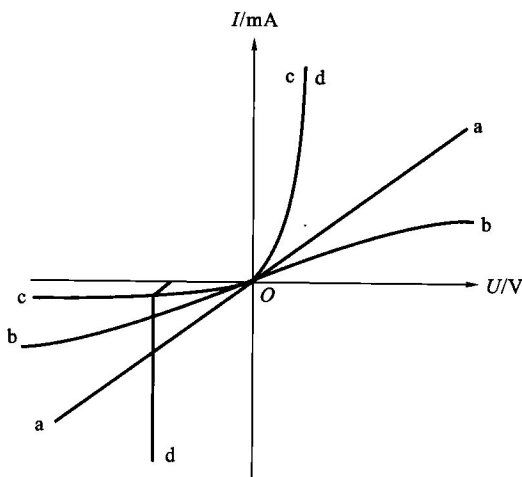


图 1.1.1 电路元件伏安特性曲线

1. 线性电阻器的伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线,如图 1.1.1 中曲线 a 所示。

2. 白炽灯在工作时灯丝处于高温状态,其灯丝电阻随着温度的升高而增大,通过白炽灯的电流越大,其温度越高,阻值也越大。一般灯泡的“冷电阻”与“热电阻”的阻值可相差几倍至十几倍,它的伏安特性如图 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

压降很小(一般的锗管约为 $0.2 \sim 0.3 \text{ V}$, 硅管约为 $0.5 \sim 0.7 \text{ V}$), 正向电流随正向压降的升高而急剧上升, 而反向电压从零一直增加到十几伏至几十伏时, 其反向电流增加很小, 粗略地可视为零。可见, 二极管具有单向导电性, 但反向电压加得过高, 超过管子的极限值, 管子会被击穿。

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, 但其反向特性较特别, 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, 但当电压增加到某一数值时(称为管子的稳压值, 有各种不同稳压值的稳压管)电流将突然增加, 以后它的端电压将基本维持恒定, 当外加的反向电压继续升高时, 其端电压仅有少量增加。

注意: 流过二极管或稳压二极管的电流不能超过管子的极限值, 否则管子会被烧坏。

四、预习要求

1. 通过预习, 理解线性电阻与非线性电阻, 电阻器与二极管的伏安特性的区别。
2. 设某器件伏安特性曲线的函数式为 $I=f(U)$, 试问在逐点绘制曲线时, 其坐标变量应如何放置?
3. 稳压二极管与普通二极管有何区别, 其用途如何?
4. 在图 1.1.3 中, 设 $U=2 \text{ V}$, $U_{D+}=0.7 \text{ V}$, 则毫安表的读数为多少?

五、实验内容

1. 测定线性电阻器的伏安特性。

按图 1.1.2 接线, 调节稳压电源的输出电压 U , 从 0 V 开始缓慢地增加, 一直增到 10 V , 记下相应的电压表和电流表的读数 U_R 、 I , 填入表 1.1.1 中。

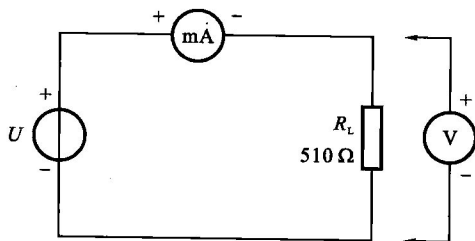


图 1.1.2 线性电阻和白炽灯伏安特性测试电路

表 1.1.1 线性电阻伏安特性测试数据

U_R/V	1	3	5	7	9
I/mA					

2. 测定非线性白炽灯泡的伏安特性。

将图 1.1.2 中的 R_L 换成一只 12 V , 0.1 A 的灯泡, 重复实验内容 1 的步骤, 测量结果填入表 1.1.2。 U_L 为灯泡的端电压。

表 1.1.2 白炽灯伏安特性测试数据

U_L/V	0.5	1	2	3	4	6	7
I/mA							

3. 测定半导体二极管的伏安特性。

按图 1.1.3 接线, R 为限流电阻器。测二极管的正向特性时, 其正向电流不得超过 35 mA, 二极管 D 的正向施压 U_{D+} 可在 0~0.75 V 之间取值。记下电压表和毫安表的读数, 填入表 1.1.3。测反向特性时, 将图 1.1.3 中的二极管 D 反接, 测量结果填入表 1.1.4。

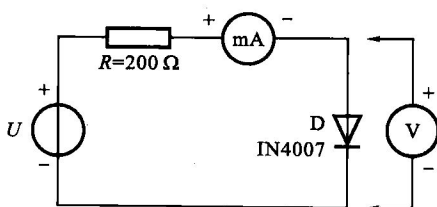


图 1.1.3 半导体二极管和稳压管
伏安特性测试电路

表 1.1.3 半导体二极管正向伏安特性测试数据

U_{D+}/V	0.10	0.30	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
I/mA								

表 1.1.4 半导体二极管反向伏安特性测试数据

U_{D-}/V	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
I/mA							

4. 测定稳压二极管的伏安特性。

(1) 正向特性实验: 将图 1.1.3 中的二极管换成稳压二极管 2CW51, 重复实验内容 3 中的正向测量。 U_{Z+} 为 2CW51 的正向施压, 数据填入表 1.1.5。

表 1.1.5 稳压二极管正向伏安特性测试数据

U_{Z+}/V	0.10	0.30	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
I/mA								

(2) 反向特性实验: 将图 1.1.3 中的 R 值改为 510 Ω , 2CW51 反接, 测量 2CW51 的反向特性。稳压电源的输出电压 U_o 为 0~20 V, 测量 2CW51 两端的电压 U_{Z-} 及电流 I , 由 U_{Z-} 可看出其稳压特性。数据填入表 1.1.6。

表 1.1.6 稳压二极管反向伏安特性测试数据

U_o/V	0	-5	-10	-15	-20
U_{Z-}/V					
I/mA					

六、实验报告

1. 根据各实验数据, 分别在方格纸上绘制光滑的伏安特性曲线。(其中, 二极管和稳压管的正、反向特性均要求画在同一张图中, 正、反向电压可取为不同的比例尺。)
2. 根据实验结果, 总结、归纳被测各元件的特性。
3. 进行必要的误差分析。

实验二 基尔霍夫定律和叠加原理

一、实验目的

1. 验证基尔霍夫定律的正确性,加深对基尔霍夫定律的理解。
2. 验证线性电路叠加原理的正确性,加深对线性电路的叠加性和齐次性的认识和理解。
3. 学会用电流插头、插孔测量各支路电流。

二、实验仪器

1. 直流稳压电源
2. 万用表
3. 直流数字电压表
4. 直流数字毫安表
5. 叠加原理和基尔霍夫定律实验电路板

三、实验原理

基尔霍夫定律是电路的基本定律之一。

基尔霍夫电流定律(KCL)指出,电路中任一结点,在任一瞬间,流入结点的电流总和等于流出该结点的电流总和。即对电路中的任一个结点而言,应有 $\sum I = 0$ 。

基尔霍夫电压定律(KVL)指出,在任一瞬间,沿闭合回路绕行一周,在绕行方向上的电位升之和必等于电位降之和。即对任何一个闭合回路而言,应有 $\sum U = 0$ 。

叠加原理的内容:在有多个电源共同作用的线性电路中,任一支路中的电流(或电压)等于各个电源分别单独作用时在该支路中产生的电流(或电压)的代数和。

线性电路的齐次性是指,当激励信号(某独立源的值得)增加或减小 K 倍时,电路的响应(即在电路中各电阻元件上所建立的电流和电压值)也将增加或减小 K 倍。

运用上述定律时必须注意各支路或闭合回路中电流的正方向,此方向可预先任意设定。

四、预习要求

1. 根据图 1.2.1 的电路参数,计算待测的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和各电阻上的电压值,记入表 1.2.1 中,以便实际测量时,选择量程合适的毫安表和电压表。
2. 实验中,若用指针式万用表直流毫安挡测各支路电流,在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? 若用直流数字毫安表进行测量时,则会有什么显示呢?
3. 在叠加原理实验中,要使 U_1 、 U_2 分别单独作用,应如何操作? 可否直接将不作用的电源(U_1 或 U_2)短接置零?
4. 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?

五、实验内容

1. 基尔霍夫定律的验证。

实验电路如图 1.2.1 所示, 实验前先设定三条支路电流的正方向和三个闭合回路的绕行方向。三个闭合回路的绕行方向可设为 ADEFA、ABCD 和 FBCEF。

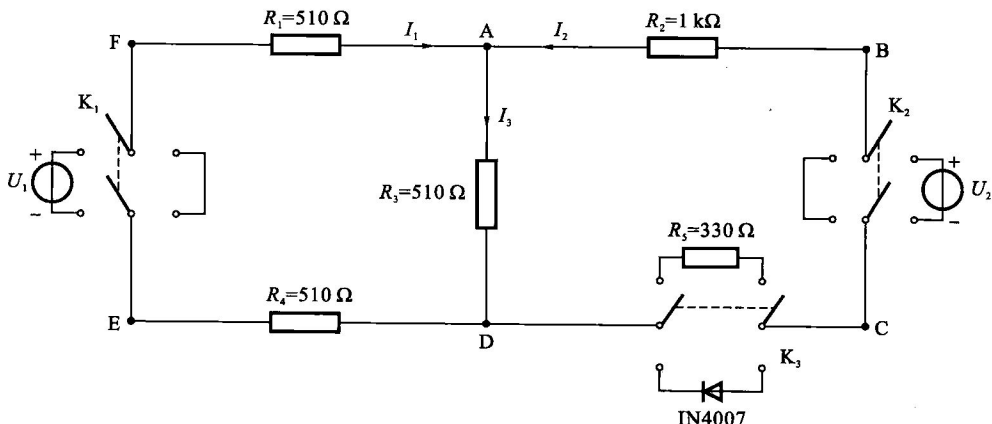


图 1.2.1 基尔霍夫定律和叠加原理实验电路

(1) 分别将两路直流稳压电源接入电路, 令 $U_1 = 12\text{ V}$, $U_2 = 6\text{ V}$ 。

(2) 熟悉电流插头的结构, 如图 1.2.2 所示, 将电流插头的两端接至数字毫安表的“+”、“-”两端。

(3) 将电流插头分别插入三条支路的三个电流插座中, 测出电流值, 填入表 1.2.1。

(4) 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, 填入表 1.2.1。

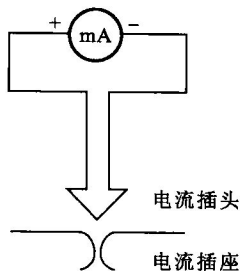


图 1.2.2 电流插头结构图

表 1.2.1 验证基尔霍夫定律实验数据及计算值

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

2. 叠加原理及电路齐次性的验证。

实验电路如图 1.2.1 所示。

(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) U_1 电源单独作用(将开关 K_1 掷向 U_1 侧, 开关 K_2 掷向短路侧), 用直流数字电压表和毫安表(接电流插头)测量各支路电流及各电阻元件两端的电压, 数据填入表 1.2.2。

(3) U_2 电源单独作用(将开关 K_1 掷向短路侧, 开关 K_2 掷向 U_2 侧), 重复实验步骤(2)的测量, 数据填入表 1.2.2。

表 1.2.2 验证叠加原理电路齐次性的实验数据及计算值

测量项目 实验内容	U_1 /V	U_2 /V	I_1 /mA	I_2 /mA	I_3 /mA	U_{AB} /V	U_{CD} /V	U_{AD} /V	U_{DE} /V	U_{FA} /V
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										

(4) U_1 和 U_2 共同作用(开关 K_1 和 K_2 分别投向 U_1 和 U_2 侧),重复实验步骤(2)的测量,数据填入表 1.2.2。

(5) 将 U_2 的数值调至+12 V,重复实验步骤(3),数据记入表 1.2.2。

(6) 将 R_5 (330 Ω)换成二极管 1N4007(即将开关 K_3 投向二极管 1N4007 侧),重复(1)~(5)的测量过程,数据记入表 1.2.3。

表 1.2.3 验证叠加原理电路齐次性的实验数据及计算值

测量项目 实验内容	U_1 /V	U_2 /V	I_1 /mA	I_2 /mA	I_3 /mA	U_{AB} /V	U_{CD} /V	U_{AD} /V	U_{DE} /V	U_{FA} /V
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										

六、实验报告

1. 根据实验数据,选定结点 A,验证 KCL 的正确性。
2. 根据实验数据,选定实验电路中的任一个闭合回路,验证 KVL 的正确性。
3. 根据实验数据,进行分析、比较,归纳、总结实验结论,即验证线性电路的叠加性与齐次性。
4. 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作出结论。
5. 通过实验内容 2 中的步骤(6)及对表格 1.2.3 中的数据的数据的分析,你能得出什么样的结论?
6. 误差原因分析。

实验三 电压源与电流源的等效变换

一、实验目的

1. 加深理解电压源、电流源的概念。

2. 掌握电源外特性的测试方法。
3. 验证电压源与电流源等效变换的条件。

二、实验仪器

1. 可调直流稳压电源
2. 可调直流恒流源
3. 直流数字电压表
4. 直流数字毫安表
5. 万用表
6. 电阻器
7. 可调电阻箱

三、实验原理

1. 电压源。

电压源是实际电源的一种模型。在电压源模型中往往用一个不含内阻的理想电压源和电阻 R_0 串联来等效一个实际电源。实际电源的电压源模型如图 1.3.1(a) 所示, 其伏安特性为 $U = U_s - R_0 I$, 其特性曲线如图 1.3.1(b) 所示, 随着电流 I 的增大, U 减小, 是一条始于 U_s 向下倾斜的直线。所谓的理想电压源是指在直流电路中它的端电压总能保持某一恒定值, 而与通过它的电流无关。理想电压源的一般电路符号与外特性曲线如图 1.3.2 所示。

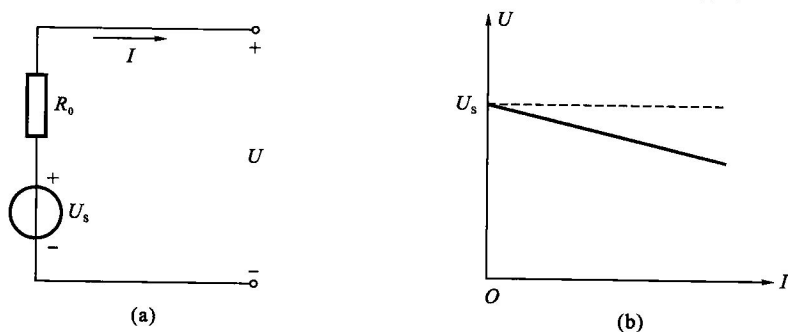


图 1.3.1 电压源模型及其伏安特性

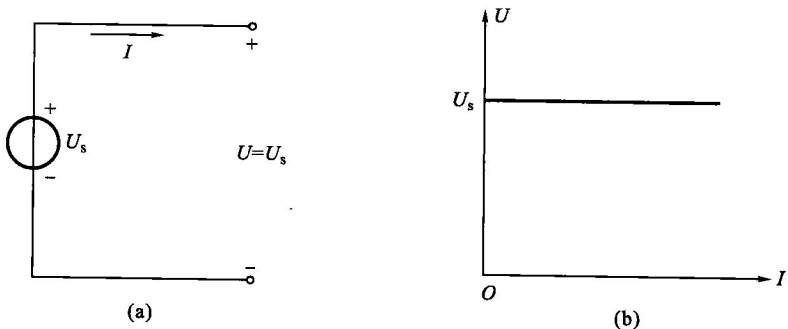


图 1.3.2 理想电压源

2. 电流源。

电流源也是实际电源的一种模型。在电流源模型中往往用一个理想电流源和电阻 R'_0 并联来等效一实际电流源。实际电流的电流源模型如图 1.3.3(a) 所示, 其伏安特性为 $I = I_s - \frac{U}{R'_0}$, 其特性曲线如图 1.3.3(b) 所示。理想电流源输出的电流是恒定的, 简称恒流源, 它的端电压取决于外电路的情况。理想电流源的一般电路符号与外特性曲线如图 1.3.4 所示。

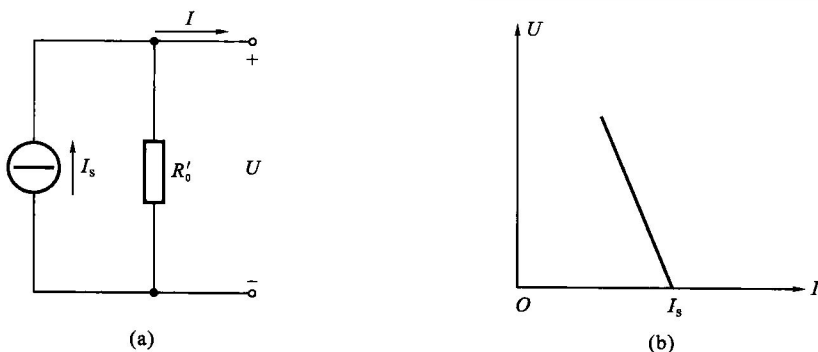


图 1.3.3 电流源模型及其伏安特性

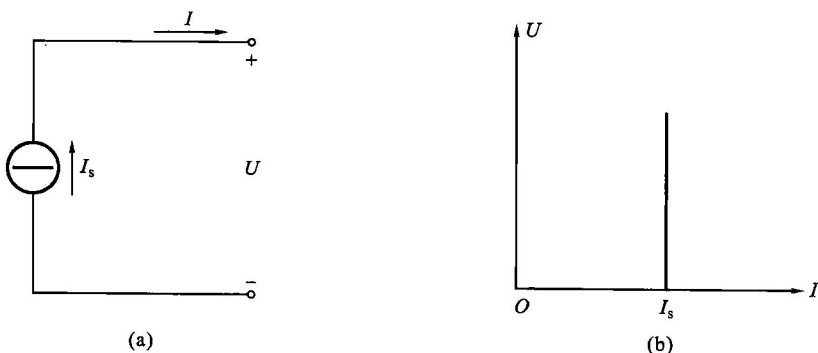


图 1.3.4 理想电流源

3. 电源的等效变换。

一个实际的电源,对其外部特性而言,既可以看成是一个电压源,又可以看成是一个电流源。若视为电压源,则可用一个理想的电压源 U_s 与一个电阻 R_0 相串联的组合来表示;若视为电流源,则可用一个理想电流源 I_s 与一电阻 R'_0 相并联的组合来表示。如果这两种电源能向同样大小的负载供出同样大小的电流和端电压,则称这两个电源是等效的,即具有相同的外特性。电压源模型与电流源模型等效变换的条件为:

$$R'_0 = R_0$$

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

图 1.3.5 所示为等效变换电路。可以看出,可以很方便地把一个参数为 U_s 和 R_0 的电压源模型变换为一个参数为 I_s 和 R'_0 的等效电流源模型。

四、预习要求

实验前要预习此实验并能解决以下问题:

1. 通常直流稳压电源的输出端不允许短路,直流恒流源的输出端不允许开路,为什么?
2. 电压源与电流源的外特性为什么呈下降变化趋势? 稳压源和恒流源的输出在任何负载下是否保持恒值?

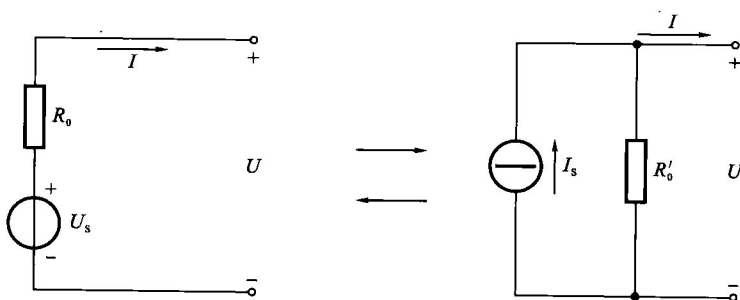


图 1.3.5 等效变换电路

五、实验内容

1. 测定理想电压源与实际电压源的外特性。

(1) 按图 1.3.6 接线。 U_s 为 +12 V 直流稳压电源(将 R_0 短接)。调节 R_2 , 令其阻值由小至大变化, 观察电流表读数的变化, 将结果填入表 1.3.1 中。

(2) 按图 1.3.7 接线。虚线框内电路可模拟一个实际的电压源。调节 R_2 , 令其阻值由小至大变化, 观察电流表读数的变化, 将结果填入表 1.3.1 中。

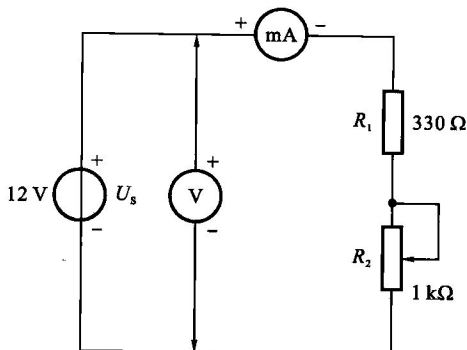


图 1.3.6 理想电压源外特性测试电路

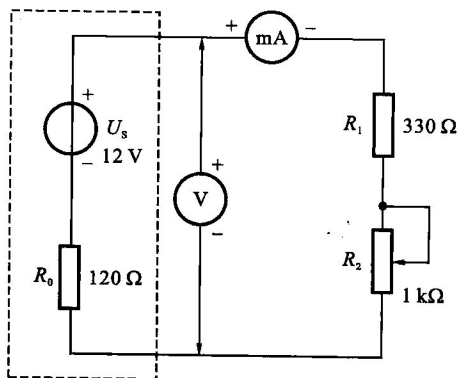


图 1.3.7 实际电压源外特性测试电路

表 1.3.1 理想电压源与实际电压源的外特性

	R_2/Ω	0	200	300	510	1 k
理想电压源	U/V					
	I/mA					
实际电压源	U/V					
	I/mA					

2. 测定电流源的外特性。

按图 1.3.8 接线。 I_s 为直流恒流源, 调节其输出为 10 mA。令 R'_0 分别为 120 Ω 和 ∞ (即接入和断开), 调节电位器 R_1 (从 0 至 1 k Ω 变化), 测出这两种情况下的电压表和电流表的读数, 将结果填入表 1.3.2 中。

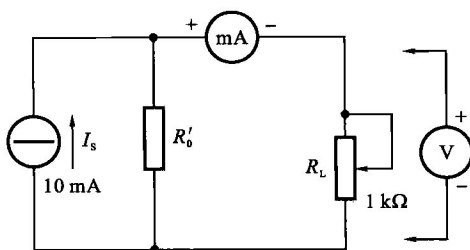


图 1.3.8 理想电流源和实际电流源外特性测试电路

表 1.3.2 理想电流源与实际电流源的外特性

	R_L/Ω	0	200	300	510	1 k
理想电流源 ($R'_0 = \infty$)	U/V					
	I/mA					
实际电流源 ($R'_0 = 120 \Omega$)	U/V					
	I/mA					

3. 测定电源等效变换的条件。

先按图 1.3.9(a) 线路接线, 记录线路中两表的读数, 然后利用图 1.3.9(a) 中右侧的元件和仪表, 按图 1.3.9(b) 接线。调节恒流源的输出电流 I_s , 使两表的读数与图 1.3.9(a) 中的数值相等, 记录 I_s 之值, 验证等效变换条件的正确性。

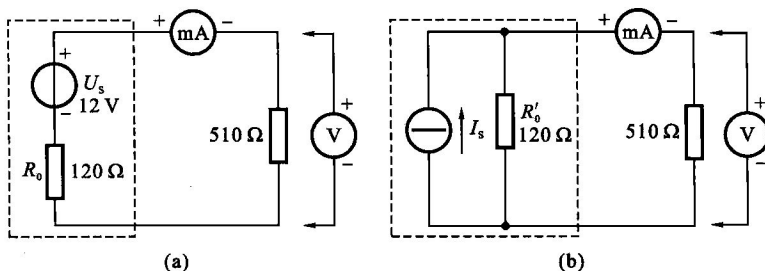


图 1.3.9 电源等效变换电路

六、实验报告

1. 根据实验数据绘出电源的四条外特性曲线, 并总结、归纳各类电源的特性。
2. 根据实验结果验证电源等效变换的条件。

实验四 戴维宁定理

一、实验目的

1. 验证戴维宁定理的正确性, 加深对该定理的理解。