

电工与 电子技术 实验

刘耀元 主编

DIANGONG YU

DIANZI JISHU SHIYAN

北京工业大学出版社

电工与电子技术实验

主 编 刘耀元
副主编 罗慧勇 赵忠银

北京工业大学出版社

内 容 提 要

本书根据电工与电子技术课程的基本要求,有针对性地编写了电工技术、模拟电子、数字电子三部分实验,每个实验都包含实验目的、实验原理说明、实验设备与器材、实验内容与步骤、实验注意事项、预习与思考题和实验报告要求等。本书在内容上注重对学生实验技能、基本设计思想的训练,并通过新技术、新知识的应用,以及对实验现象的观测、实验数据的采集、计算结果处理和误差分析,使学生对实验结果的可靠程度和存在的问题进行有效地分析和正确地判断。该书适用于理工科高等院校相关专业电工与电子技术课程实验教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验 / 刘耀元主编. —北京:北京工业大学出版社, 2006.8

ISBN 7-5639-1549-4

I. 电… II. 刘… 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. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 103887 号

电工与电子技术实验

主编 刘耀元

*

北京工业大学出版社出版发行

邮编: 100022 电话: (010) 67392308

各地新华书店经销

徐水宏远印刷厂印刷

*

2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷

787mm×1092mm 16开本 8.75印张 196千字

ISBN 7-5639-1549-4/G·785

定价: 15.00元

前 言

实验教学，是高等工科院校学生培养过程中重要的教学环节，它对学生理解、掌握与巩固所学理论知识，提高学生动手能力和创造性思维能力有积极的、甚至是关键的作用。为适应当前高等院校教学改革和人才培养的需要，全面提高学生的实践能力，我们根据高等院校电工与电子技术课程的基本要求，并结合现有的电工与电子实验设备，编写了这本《电工与电子技术实验》。本书中安排的实验教学包括电工技术、模拟电子技术、数字电子技术三部分，每个实验都包含了实验目的、实验原理说明、实验设备与器材、实验内容与步骤、实验注意事项、预习与思考题和实验报告要求等内容。这些实验中还包括一些硬件与软件相结合的实验，使学生在实验中通过计算机仿真软件，提高利用计算机进行辅助分析的能力。

本书在实验内容的安排上注重对学生实验技能、基本设计思想的训练，并通过新技术、新知识的应用，以及对实验现象的观测、实验数据的采集、计算结果的处理和误差分析，使学生对实验结果的可靠性和存在的问题能进行有效的分析和正确的判断。

本书由南昌理工学院刘耀元担任主编，负责组织编写、统稿、审稿，罗慧勇、赵忠银担任副主编，具体撰写分工如下：赵忠银编写实验一至四、实验十九至二十二及附录四，龙永仁编写实验五、六，刘耀元编写实验七至十及附录一，罗慧勇编写实验十一至十六、二十五、二十六及附录二、三，刘桂英编写实验十七、十八，郑清生编写实验二十三、二十四。

本书在编写过程中得到了南昌理工学院邱小林博士及郭纪林教授的大力支持，在此深表谢意；同时也参考了部分院校的教材、文献，吸收了部分杂志、书籍及实验仪器厂商提供的内容，得助不菲，不胜感谢。

由于编者水平有限，书中错误与不妥之处在所难免，恳请读者批评指正！编者电子信箱地址：LDC1239@sina.com。

编 者
2006年5月

目 录

| | |
|-----------|-------|
| 前 言 | (1) |
|-----------|-------|

第一编 电工部分

| | |
|------------------------------|--------|
| 实验一 万用表的使用 | (3) |
| 实验二 基尔霍夫定律与叠加原理 | (6) |
| 实验三 验证戴维南定理 | (9) |
| 实验四 单相交流电路 | (11) |
| 实验五 三相交流电路 | (14) |
| 实验六 三相异步电动机的继电 - 接触器控制 | (18) |
| 实验七 PLC 基本指令实验 | (22) |
| 实验八 定时器/计数器实验 | (27) |
| 实验九 移位寄存器实验 | (31) |
| 实验十 交通信号灯的 PLC 自动控制 | (36) |

第二编 模电部分

| | |
|-----------------------------|--------|
| 实验十一 常用电子仪器仪表的使用 | (43) |
| 实验十二 单晶体管交流电压放大电路 | (46) |
| 实验十三 两级阻容耦合负反馈放大电路 | (50) |
| 实验十四 集成运算放大器的线性应用 | (53) |
| 实验十五 集成运算放大器的非线性应用 | (57) |
| 实验十六 RC 正弦波振荡器 | (62) |
| 实验十七 二极管整流及硅稳压二极管并联电路 | (65) |
| 实验十八 集成功率放大电路及其应用 | (68) |

第三编 数电部分

| | |
|------------------------|--------|
| 实验十九 门电路功能测试 | (73) |
| 实验二十 组合逻辑电路的设计 | (78) |
| 实验二十一 译码器与数据选择器 | (82) |
| 实验二十二 触发器 | (85) |
| 实验二十三 集成计数器及译码显示 | (90) |

| | | |
|-------|--------------------------|-------|
| 实验二十四 | 555 定时器电路及其应用 | (94) |
| 实验二十五 | 智力抢答器 | (98) |
| 实验二十六 | 节日彩灯控制电路设计 (综合性设计) | (101) |

第四编 附 录

| | | |
|---------------|-------------------------------------|-------|
| 附录一 | 常用电子元器件 | (105) |
| 附录二 | 实验仪器与仪表概述 | (110) |
| 附录三 | 常用集成芯片电路引脚排列 | (123) |
| 附录四 | 常用仪表面板符号及其意义与电工系统常用电器、电动机图形符号 | (126) |
| 实验成绩登记表 | | (131) |
| 参考文献 | | (133) |

第一编 电工部分

实验一 万用表的使用

一、实验目的

(1) 掌握万用表的基本原理，学会用万用表测量交、直流电压，直流电流和电阻的方法。

(2) 掌握学生电源调节及使用方法。

二、实验原理说明

本实验所用的 MF—500 型万用表系多量程万用表，可以测量直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、电阻、电容等参数。使用时要注意电压表应并联在被测电路两端，电流表应串联在被测电路中（具体内容及操作方法参见附录二）。

三、实验设备与器材

(1) 万用表（MF—500 型）；

(2) 学生电源；

(3) 标准电阻箱。

四、实验内容与步骤

实验操作前的准备工作：首先，应熟悉万用表的测量原理，灵敏度、准确度、刻度线与读数方法，两旋钮的配合使用，两表笔的接法，以及主要注意事项（如 A 和 Ω 挡不能测电压）等；其次，应熟悉测量点的选择，以及仪器的使用方法。

1. 电阻的测量

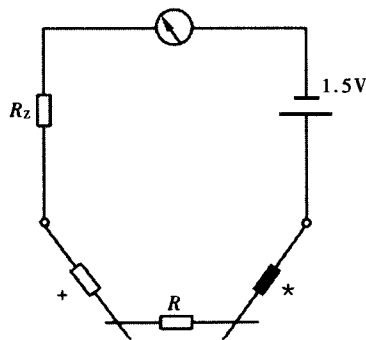


图 1-1 欧姆挡测量电阻等效电路

正确选用万用表 Ω 量程，将两表笔短接调 Ω 挡零点，再用万用表进行测量，如图 1-1 所示。测量数据填入表 1-1 中。

表 1-1

| 电阻挡倍率 | $R \times 1 \Omega$ | $R \times 10 \Omega$ | $R \times 1 k\Omega$ | $R \times 10 k\Omega$ |
|-------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 测量电阻值 | | | | |

2. 电压的测量

(1) 交流电压的测量。了解电工实验桌上的电源开关、插座等布置情况。用万用表的交流电压“ \surd ”挡测量三相四线插座的输出电压，填入表 1-2 中。

表 1-2

| 测量值 / V 量程 / \surd | 线电压 | | | 相电压 | | |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | U_{AB} | U_{AC} | U_{BC} | U_{AN} | U_{BN} | U_{CN} |
| 500 | | | | | | |
| 250 | | | | | | |

(2) 直流电压的测量。正确选择万用表 V 量程，再对学生电源的直流输出端进行测量，测量数据记入表 1-3 中。

表 1-3

| 被测值 / V 量程 V | 2 | 5 | 8 | 10 | 12 | 15 | 18 | 20 |
|-----------------|---|---|---|----|----|----|----|----|
| 50 | | | | | | | | |
| 10 | | | | - | - | - | - | - |

3. 直流电流的测量

正确选用万用表 A 量程，改变电源电压，将万用表串入电路中，测量其电流。测量数据记入表 1-4 中，负载 $R_L = 480 \Omega$ 。

表 1-4

| 已知电压值/V | 6 | 8 | 10 | 12 |
|---------|---|---|----|----|
| 测量电流值/A | | | | |

五、实验注意事项

- (1) 在使用万能表时，注意红黑表笔的正负极。
- (2) 在测量电压、电流时，若未知被测值，量程应选择最大挡位。

六、预习与思考题

- (1) 总结万用表的使用方法及注意事项。

(2) 在用万用表测量较大电阻值时，用两手将表笔和被测电阻握在一起，发现测量值不准确，这是为什么？

七、实验报告要求

- (1) 完成实验表格中必须测量的数据。
- (2) 根据所测量的数据，判断其准确性。

实验二 基尔霍夫定律与叠加原理

一、实验目的

- (1) 验证基尔霍夫定律与叠加原理，加深对电路中电流、电压参考方向的理解。
- (2) 学会正确使用双路输出直流稳压电源、电流表及电压表。
- (3) 提高检查、分析电路故障的能力。

二、实验原理说明

基尔霍夫定律是电路理论中最基本的定律之一，它概括了电路中的电压、电流分别遵循的基本规律。

电流定律：任意时刻流入一个节点的电流总和等于从这个节点流出的电流总和。即对于电路的任何一个节点，电流的代数和等于零， $\sum I_i = \sum I_o$ 。

电压定律：任意时刻沿任一回路循行一周，回路内所有支路或元件电压的代数和必定等于回路中电源电动势的代数和， $\sum U = \sum E$ 。

叠加原理：在线性网络中有多个独立电源同时作用时，任一支路的电流（或电压）等于各个独立电源单独作用时在该支路所产生的电流（或电压）的代数和。

三、实验设备与器材

- (1) 万用表；
- (2) 双输出直流稳压电源；
- (3) 实验板。

四、实验内容与步骤

1. 基尔霍夫定律

(1) 按图 2-1 连接电路， $E = 10\text{ V}$ 为实验台上稳压电源的输出电压，实验中调节好后保持不变， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 为固定电阻。实验时各支路电流及总电流用电流表测量，在接线时每条支路可串联一个电流表插口，测量电流时只要把电流表所连接的插头插入即可读数，但注意正负极性。

(2) 在上述基础上，接通电源，用直流电流挡测量表 2-1 中的值，并将数值记入表中。

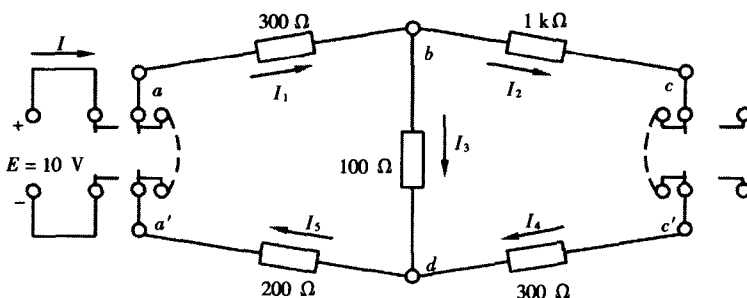


图 2-1 基尔霍夫实验电路图

(3) 保持上述实验步骤，用万用表直流电压挡测量各点电位，并将数值记入表 2-2 中。

表 2-1 电流定律

| 支路电流 项目 | I_1 | I_2 | I_3 | I_4 | I_5 | 节点 b 代数和 | 节点 d 代数和 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|------------|
| 测量值 (mA) | | | | | | | |

表 2-2 电压定律

| 项目 | 两点间电压值 | | | | | 回路电压 | | | |
|-------|----------|----------|----------|-----------|----------|------|-------------|----------|----------|
| | U_{ab} | U_{bc} | U_{cd} | $U_{da'}$ | U_{bd} | E | $abcc'da'a$ | $abda'a$ | $bcc'db$ |
| 测量值/V | | | | | | | | | |

2. 叠加原理

(1) 按图 2-2 接线，先不加 I_s ，调节好 $E_1 = 10\text{ V}$ ， $E_2 = 5\text{ V}$ 。

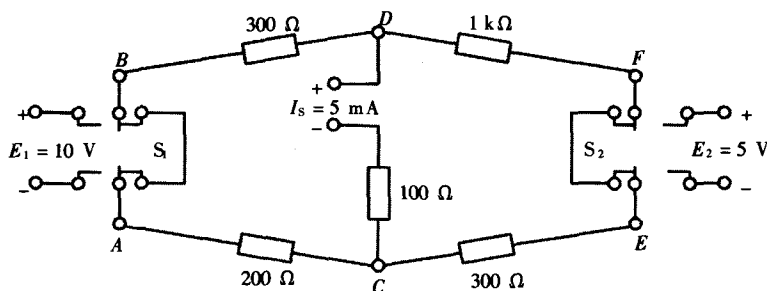


图 2-2 叠加原理实验电路图

(2) S_1 接通电源， S_2 拨向短路侧，测量各点电压，注意测量值的符号，数据填入表 2-3 中。

(3) S_2 接通电源， S_1 拨向短路侧，重复实验测量。

(4) S_1 、 S_2 都打向短路侧， I_s 输出经电流表接至电路“+”及“-”端，并调节至 5 mA，重复实验测量。

(5) 将 S_1 、 S_2 、 I_s 都接至电源，重复测量，数据填入表 2-3 中。

表 2-3

单位: V

| 电 压 项 目 | U_{AC} | U_{CE} | U_{BD} | U_{DF} | U_{CD} |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| E_1 单独作用 | | | | | |
| E_2 单独作用 | | | | | |
| I_s 单独作用 | | | | | |
| E_1 、 E_2 、 I_s 共同作用 | | | | | |
| E_1 值 | | E_2 值 | | I_s 值 | |

五、实验注意事项

- (1) 实验前必须设定电路中所有电流、电压参考方向。
- (2) 注意仪表的正、负极性，同时注意仪表量程的及时更换。
- (3) 电源单独作用时，注意开关的拨动方向。

六、预习与思考题

- (1) 证明含非线性元件（如将电路中 $1\text{ k}\Omega$ 电阻换成一个稳压二极管）的电路是否适用叠加原理？（可选做）
- (2) 叠加原理能否适用于功率的叠加？为什么？

七、实验报告要求

- (1) 写出主要实验内容、步骤、画出电路图，列出数据表格。
- (2) 根据基尔霍夫定律、叠加原理，用电路参数计算出各支路电流及电压。
- (3) 分析产生误差的原因。

实验三 验证戴维南定理

一、实验目的

- (1) 掌握通过电源外特性的测试方法验证戴维南定理，加深对戴维南定理的理解。
- (2) 进一步学习和掌握常用直流仪器仪表的使用方法。

二、实验原理说明

戴维南定理：任何一个有源二端网络，都可以用一个等效电压源代替，等效电压源的电动势 E 等于有源二端网络的开路电压 U_0 ，其内阻 R_0 等于该有源二端网络除源（即将内部各个理想电压源短接，各个理想电流源断开）后，所得的无源二端网络的等效电阻。

三、实验设备与器材

- (1) 电压表；
- (2) 电流表；
- (3) 双输出直流稳压电源；
- (4) 实验板；
- (5) 电阻箱。

四、实验内容与步骤

- (1) 按图 3-1 (a) 接线，改变负载电阻 R_L 阻值分别为 $R_{L1} \sim R_{L6}$ ，测量有源二端网络的外部特性，将数据填入表 3-1 中。

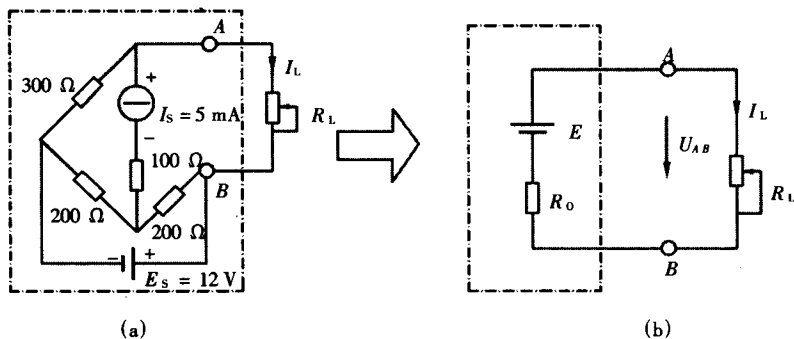


图 3-1 戴维南定理实验电路图

表 3-1

| R_L/Ω | R_{L1} | R_{L2} | R_{L3} | R_{L4} | R_{L5} | R_{L6} |
|-----------------------------|----------|----------|-------------------------|----------|----------|----------|
| U_{AB}/V | | | | | | |
| I_L/mA | | | | | | |
| 等效电阻 $R_0 =$ _____ Ω | | | 开路电压 $U_{OC} =$ _____ V | | | |

(2) 测量无源二端网络的等效电阻。将电流源除源（开路）、电压源除源（短路），即用一根导线代替，再将负载电阻开路，用伏安法或直接用万用表电阻挡测量 AB 两点间的电阻 R_{AB} 即 R_0 ，用直流电压挡测量 AB 两点的电压 U_{AB} 即 U_{OC} ，将数据填入表 3-1 中。

(3) 测量等效电路外部特性。调节电阻箱的电阻，使其等于 R_{AB} ，然后将稳压电源输出电压调到 U_{OC} （步骤 2 时所得的开路电压）与 R_{AB} 串联，如图 3-1 (b) 所示，重复测量 U_{AB} 和 I_L 的大小，将数据填入表 3-2 中，并与步骤 1 所测得的数值进行比较，验证戴维南定理。

表 3-2

| R_L/Ω | R_{L1} | R_{L2} | R_{L3} | R_{L4} | R_{L5} | R_{L6} |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| U_{AB}/V | | | | | | |
| I_L/mA | | | | | | |

五、实验注意事项

- (1) 注意电压源与电流源的正负极性。
- (2) 在测量等效外电阻时，先要把电源断开。

六、预习与思考题

- (1) 应用戴维南定理关键在于正确理解和求出电路中的 _____ 和 _____。
- (2) 求 R_0 ——负载 R_L 断开后，有源二端网络化成无源二端网络后的输入端电阻。所谓“无源”即对其中电压源 _____，对电流源 _____。

七、实验报告要求

- (1) 根据实验测得的 U_{AB} 和 I_L 数据，分别绘出曲线，验证它们的等效性，并分析误差原因。
- (2) 如何用实验方法求取戴维南定理等效电源 E 及等效电阻 R_0 ？

实验四 单相交流电路

一、实验目的

(1) 熟悉交流电路的主要特点，交流串联电路中总电压与分电压的关系、并联电路中总电流与各支路电流的关系。

(2) 了解荧光灯（俗称日光灯）电路的工作原理及荧光灯的接线，学会使用交流电压表、电流表、功率表。

(3) 加深理解功率因数的概念及提高功率因数的方法。

二、实验原理说明

荧光灯电路的组成及其工作原理如下所述。

(1) 组成：荧光灯由灯管、镇流器和辉光启动器三部分组成，电路如图 4-1 所示。

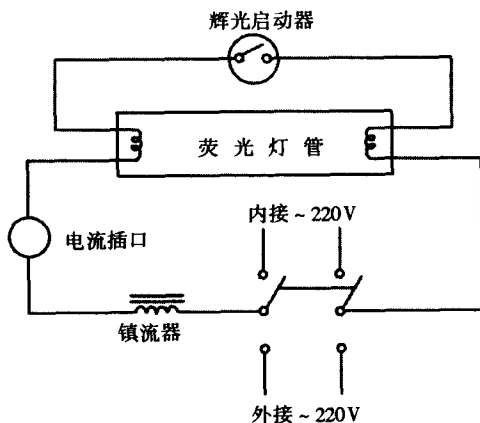


图 4-1 单相交流电实验电路图

灯管由玻璃管组成，内壁涂有萤光粉，管内充有氩、氦、氖等惰性气体和汞蒸汽，两端有灯丝，灯丝上涂有一种或多种耐热的碳酸盐电子粉成为氧化物阴极，以供热电子发热。

镇流器是一个具有铁芯的电感线圈。在荧光灯启动时，由它产生很大的感应电动势使管灯点亮，在灯管正常工作后起限制电流作用。

辉光启动器是一个充有氖气的玻璃泡，内部装有电极：一个是静触片；一个是用双