

Electrical Engineering and
Electronic Technology Experiments

电工电子技术 实验

第二版

朱庆欢 邓友娥 主编



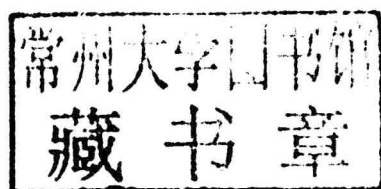
暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

Electrical Engineering and
Electronic Technology Experiments

电工电子技术 实验

第二版

朱庆欢 邓友娥 主编



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子技术实验/朱庆欢, 邓友娥主编. — 2 版. — 广州: 暨南大学出版社, 2012. 9
ISBN 978 - 7 - 5668 - 0318 - 4

I. ①电… II. ①朱… ②邓… 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 - 33 ②TN - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 197615 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学
电 话: 总编室 (8620) 85221601
营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)
传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)
邮 编: 510630
网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心
印 刷: 广州市怡升印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16
印 张: 20.5
字 数: 480 千
版 次: 2010 年 2 月第 1 版 2012 年 9 月第 2 版
印 次: 2012 年 9 月第 2 次
印 数: 3001—6000 册

定 价: 42.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

第二版前言

《电工电子技术实验》自暨南大学出版社于2010年出版以来，承蒙众多兄弟院校的支持和使用，并获得广大读者的好评，同时也非常高兴地得到了许多读者提出的修改意见和再版建议。

本书第二版完整地保留了第一版的全部内容，并对第一版中存在的错误之处进行了勘误纠正，同时在广泛收集读者的意见和建议的基础上，针对在本书使用过程中出现的问题和一些数据加以修正。尽管如此，由于作者水平所限，书中疏漏、失误之处在所难免，殷切期望各位读者不吝赐教，给予批评和指正。

借再版之际，向所有关心、帮助本书编写和出版的同志们，以及支持和使用本书的读者朋友们致以诚挚的谢意！

编 者
2012年8月

前 言

本书是按照实验教学示范中心建设要求，以“构建以培养应用型人才为目标，以学生综合基本实践技能培养为核心，以应用为特色的实验课程体系；建立与理论教学有机结合，以能力培养为核心，涵盖基本型实验、提高型实验和研究创新型实验的分层次的实验教学体系；建立以学生为中心、以学生自我训练为主的教学模式”为目标，结合教学改革实践编写的一本新型电工电子技术实验教材，是韶关学院省级电工电子实验教学示范中心建设成果之一。它既可以作为电类专业模拟电子技术、数字电子技术、高频电子线路等课程的实验教材，也可以作为非电类专业电工学课程的实验教材。

本书主要内容分五章：第1章，电工电路实验；第2章，数字电子电路实验；第3章，低频电子电路实验；第4章，高频电子电路实验；第5章，研究创新型实验。

本书的特色之一，是在实验教学内容上进行了改革，把验证性实验和设计性实验有机结合起来，竭力把实验内容设计成包含两个层次：既有验证性实验，又有设计性实验。这样，既可以使学生尽早接触设计性实验，又可以满足不同层次教学的需要。研究创新型实验是本书的又一特色，是在低年级基础实验中开展研究创新型实验，培养学生初步研究能力和创新精神的有益尝试。此外，在附录中给出了实验常用的集成电路芯片引脚功能资料和常用电子器件的认识方法等，是经过长期的实验教学实践筛选出来的实用性内容，可为读者提供有益的帮助。

本书由朱庆欢副教授和邓友娥高级实验教师编著。第1章、第3章、第5章的实验5.1~5.7和附录2、附录3由朱庆欢编写。第2章、第4章、第5章的实验5.8和实验5.9、附录1由邓友娥编写。全书由邓友娥统稿。本书在形成过程中，参加早期讲义编写的有丘志敏（电路实验部分）、苏祖全（数字电子电路实验部分）、洪远泉（低频电子电路实验部分），此外，上述人员与黄科文、陈国强等还参与了相关的实验教学改革工作。同时，本书的出版得到了韶关学院省级电工电子实验教学示范中心主任丁长安教授、副主任彭瑞明高级实验师和韶关学院资产管理处、教务处的的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在不少缺点和错误，殷切期望各位读者能给予批评和指正。

编 者

2010年1月

目 录

第二版前言 / 1

前 言 / 1

1 电工电路实验 / 1

实验 1.1 基本仪器仪表的使用及基本定理的测定 / 1

实验 1.2 有源二端网络等效参数的测定 / 5

实验 1.3 交流电路参数测定 / 9

实验 1.4 日光灯电路与功率因数的提高研究 / 15

实验 1.5 三相交流电路的测量 / 19

实验 1.6 单相变压器的测量 / 24

2 数字电子电路实验 / 28

实验 2.1 TTL 集成逻辑门的功能和参数测试 / 28

实验 2.2 TTL 集电极开路门和三态输出门的应用 / 34

实验 2.3 组合逻辑电路的设计 / 39

实验 2.4 触发器及其应用 / 43

实验 2.5 译码器及其应用 / 49

实验 2.6 数码管显示电路及其应用 / 53

实验 2.7 数据选择器及其应用 / 59

实验 2.8 加法器、数值比较器及其应用 / 63

实验 2.9 同步时序逻辑电路的设计 / 68

实验 2.10 计数器及其应用 / 73

实验 2.11 移位寄存器及其应用 / 79

实验 2.12 555 集成时基电路及其应用 / 84

实验 2.13 数/模转换器 / 89

实验 2.14 模/数转换器 / 92

3 低频电子电路实验 / 96

实验 3.1 常用电子仪器的使用 / 96

实验 3.2 共射极单管放大器 / 107

实验 3.3 射极跟随器 / 116

实验 3.4 场效应管放大器 / 120

实验 3.5 多级放大器 / 124

实验 3.6 负反馈放大器 / 128



- 实验 3.7 差动放大器 / 132
- 实验 3.8 集成运算放大器基本运算电路 / 138
- 实验 3.9 RC 正弦波振荡器 / 143
- 实验 3.10 比较器、方波—三角波发生器 / 146
- 实验 3.11 有源滤波器 / 151
- 实验 3.12 OCL 功率放大器 / 163
- 实验 3.13 整流、滤波、稳压电路 / 166
- 实验 3.14 直流稳压电源设计 / 171

- 4 高频电子电路实验 / 179
 - 实验 4.1 常用高频电子仪器的使用 / 179
 - 实验 4.2 高频小信号调谐放大器 / 187
 - 实验 4.3 高频功率放大器 / 195
 - 实验 4.4 LC 正弦波振荡器 / 204
 - 实验 4.5 集电极调幅与检波电路 / 213
 - 实验 4.6 变容二极管调频电路 / 220
 - 实验 4.7 模拟乘法器应用 / 227
 - 实验 4.8 模拟锁相环电路应用 / 241

- 5 研究创新型实验 / 248
 - 实验 5.1 受控源实验研究 / 248
 - 实验 5.2 可控硅（晶闸管）调压电路 / 253
 - 实验 5.3 声光控延时开关电路设计 / 259
 - 实验 5.4 通用型红外线遥控开关电路设计 / 265
 - 实验 5.5 交流电源过压、欠压保护电路设计 / 273
 - 实验 5.6 简易智力竞赛抢答器电路设计 / 276
 - 实验 5.7 电子镇流器节能性能研究 / 280
 - 实验 5.8 数字钟电路设计 / 283
 - 实验 5.9 可控定时器电路设计 / 290

- 6 附 录 / 293
 - 附录 1 实验常用 TTL 集成电路芯片引脚功能介绍 / 293
 - 附录 2 常用电子器件的认识 / 296
 - 附录 3 面包板的使用 / 318

- 参考文献 / 320

1 电工电路实验

实验 1.1 基本仪器仪表的使用及基本定理的测定

一、实验目的

- (1) 熟悉电工实验工作台的结构特点及其器件的使用，掌握实验的基本方法。
- (2) 熟悉电工仪器仪表的主要技术性能指标及其使用方法，掌握电压、电流等电路基本参数的测量方法和测量误差的计算方法。
- (3) 验证基尔霍夫定律和叠加原理的正确性，加深对基尔霍夫定律和叠加原理的理解。

二、实验设备及材料

通用电学实验台，直流稳压电源，直流电压表及直流电流表（或万用表），电阻和导线一批。

三、实验原理

1. 电路基本参数测量

电压、电流等电路基本参数测量，主要是利用电压表和电流表（或万用表）进行直接测量。

在测量电压时，应把电压表并联在被测负载的两端。为了使电压表并入后尽量不影响电路原工作状态，要求电压表的内阻远大于被测负载的电阻。

测量电流时，电流表必须串联在被测电路中。电流表的内阻都很小，如果把电流表并联在负载两端，电流表将因流过太大的电流而烧毁。

测量直流电压和直流电流时，常用磁电式电流表。在使用时必须注意仪表的正负极性必须和电路一致，否则仪表的指针将会反转，可能造成仪表损坏。

测量交流电压和交流电流时，常用电磁式电流表。交流表的使用方法与直流表相同，只是没有极性之分，其测量的是有效值。

2. 基尔霍夫电流定律 KCL 和电压定律 KVL

KCL 指出：在电路中，在任何时刻，流进和流出任何一个节点的电流的代数和为



零。即 $\sum i(t) = 0$ ，或 $\sum I = 0$ （直流电路）。

KVL 指出：在电路中，在任何时刻，任何一个回路或网络的电压降的代数和为零。即 $\sum u(t) = 0$ ，或 $\sum U = 0$ （直流电路）。

KCL 和 KVL 是电路分析理论中最重要的基本定律，适用于线性电路、非线性电路及时变或非时变电路的分析和计算，也适用于时域或其他域（如频域）电路。

3. 叠加原理

在线性电路中，任何一条支路的电流（或其两端的电压），都可以看成是由电路中各个电压源（或电流源）单独作用时，在此支路中产生的电流（或电压）的代数和。

某电压源（或电流源）单独作用时，其他所有电压源（或电流源）均置零，即理想电压源短路，理想电流源开路。

4. 实验电路

实验电路如图 1-1-1 所示，其中，电路元件的参考值为： $R_1 = 150\ \Omega$ ， $R_2 = 100\ \Omega$ ， $R_3 = 300\ \Omega$ ， $R_4 = 100\ \Omega$ ， $R_5 = 200\ \Omega$ ， $U_{S1} = 12\text{ V}$ ， $U_{S2} = 6\text{ V}$ 。

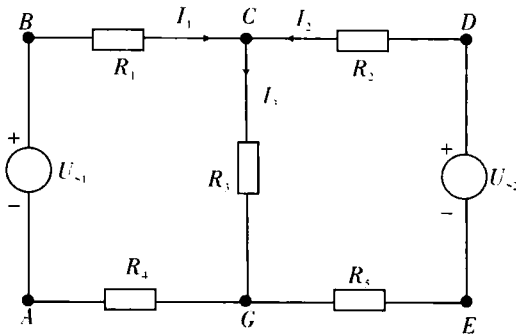


图 1-1-1 实验电路

四、实验内容

1. 电路基本参数测量（基本测量方法练习实验）

(1) 按图 1-1-1 所示连接实验电路。

(2) 以图 1-1-1 中的 G 点作为电位的参考点，用直流电压表（或万用表直流电压挡）分别测量各点的电位 U_A 、 U_B 、 U_C 、 U_D 、 U_E ，及相邻两点之间的电压值 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CD} 、 U_{DE} 、 U_{EG} 、 U_{GA} ，并对以上测量项目进行理论计算，将数据记入表 1-1-1 中。

表 1-1-1 电压测量数据记录

单位：V

测量项目	U_A	U_B	U_C	U_D	U_E	U_{AB}	U_{BC}	U_{CD}	U_{DE}	U_{EG}	U_{GA}
测量值											
计算值											
相对误差											



(3) 用直流电流表（或万用表直流电流挡）分别测量图 1-1-1 中三条支路电流 I_1 、 I_2 及 I_3 ，并对以上测量项目进行理论计算，将数据记入表 1-1-2 中。

表 1-1-2 电流测量数据记录与基尔霍夫电流定律的验证

单位：mA

测量项目	I_1	I_2	I_3	ΣI (节点 C)
测量值				
计算值				
相对误差				

实验注意事项：

① 使用指针式仪表时，要特别注意指针的偏转情况，及时调换表笔的极性，防止指针打弯或损坏仪表。

② 电位是相对于某参考点的电压值。测量电位时，把万用表调到相应的电压量程，用负极黑色表笔接参考电位点，正极用红色表笔接触被测点。若指针正向偏转，则表明该点电位为正，即高于参考点电位；若指针反向偏转，应调换万用表的表笔，此时读出的读数应加一负号，表明该点电位低于参考点电位。

③ 电压是任意两端之间的电位差。如测量电压 U_{AB} 时，应先用黑色表笔接 B 点，用红色表笔接 A 点。若指针正向偏转，则表明该电压值为正；若指针反向偏转，应调换万用表的表笔，并表明该电压值为负值。

④ 直流电流的测量同样应注意标定的参考方向与数值的正负问题。测量直流电流时，首先按标定的电流参考方向（从正极流向负极）接入直流电流表，若指针正向偏转，则表明该电流值为正，实际电流方向与参考方向相同；若指针反向偏转，应调换万用表的表笔，并表明该电流值为负值，实际电流方向与参考方向相反。

⑤ 所有需要测量的电压、电流值，均应以电压表和电流表测量的读数为准，不能采用电源表盘的指示值。

⑥ 要防止电压源两端碰线电路和电流源两端开路。注意及时更换仪表的量程。使用万用表时还要注意测量对象，特别注意不要把电流表并联在电路的两端。

2. 基尔霍夫定律的验证（验证性实验）

(1) 选择实验电路中的任何一个闭合回路，直接引用表 1-1-1 中已有的电压测量数据，填写表 1-1-3，验证基尔霍夫电压定律的正确性。

(2) 根据前面电流测量数据（如表 1-1-2 所示），验证基尔霍夫电流定律的正确性（直接填入表 1-1-2 中）。



表 1-1-3 基尔霍夫电压定律的验证

单位: V

测量 项目	回路 <i>ABCGA</i>					回路 <i>CDEGC</i>					回路 <i>ABCDEGA</i>
	U_{AB}	U_{BC}	U_{CG}	U_{GA}	ΣU	U_{CD}	U_{DE}	U_{EG}	U_{GC}	ΣU	
测量值											(利用左边 数据验证)
计算值											

3. 叠加原理的验证 (综合设计性实验)

参照基尔霍夫定律的验证实验, 设计验证叠加原理的实验。要求设计验证实验电路 (给出电路中各元器件的具体参数), 列出实验所需要的主要设备和材料, 写出实验内容 (实验方法与步骤), 设计相应的实验数据记录表格, 并进行实验验证。

五、预习要求

- (1) 学习实验室规章制度和安全用电知识, 熟悉实验室供电情况。
- (2) 到实验室熟悉实验使用的实验工作台, 了解实验器件, 掌握实验方法。
- (3) 阅读常用电工仪器仪表说明书 (使用手册), 了解仪器仪表的主要技术性能指标及其使用方法。熟悉电压、电流等电路基本参数的测量方法和测量误差的计算方法。
- (4) 熟悉实验原理, 了解实验内容, 完成数据记录表格中有关的理论计算。
- (5) 确定综合设计性实验 (实验内容 3) 方案。

六、实验报告与思考题

- (1) 按实验内容整理记录数据, 分析误差并解释原因。
- (2) 根据实验数据表格进行分析、比较、归纳, 总结实验结论。



实验 1.2 有源二端网络等效参数的测定

一、实验目的

- (1) 验证戴维南定理和诺顿定理的正确性，加深对戴维南定理和诺顿定理的理解。
- (2) 掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。
- (3) 进一步掌握电工仪器仪表的使用方法。

二、实验设备及材料

通用电学实验台，直流稳压电源，直流电压表及直流电流表（或万用表），电阻和导线一批。

三、实验原理

1. 戴维南定理

任何一个有源二端线性网络，都可以用一个理想电压源 U_s 和内阻 R_0 的串联电路来表示，其等效电压源的电动势 U_s 等于这个有源二端网络的负载开路电压 U_{oc} ，等效内阻 R_0 为该网络中所有独立电源均置零（理想电压源短路，理想电流源开路）后得到的无源网络的等效电阻 R_{eq} 。 U_s 和 R_0 称为这个有源二端网络的等效电压源参数。

2. 诺顿定理

任何一个有源二端线性网络，都可以用一个理想电流源 I_s 和内阻 R_0 的并联电路来表示，其等效电源的电流 I_s 等于这个有源二端网络的负载短路电流 I_{sc} ，等效内阻 R_0 为该网络中所有独立电源均置零后得到的无源网络的等效电阻 R_{eq} 。 I_s 和 R_0 称为这个有源二端网络的等效电流源参数。

3. 有源二端网络等效参数的测量方法

- (1) 测量有源二端网络的开路电压 U_{oc} 的方法。

① 直接测量。当电压表的内阻远大于网络内阻时，可直接用电压表或万用表的电压挡测量。

② 补偿测量（零示法）。补偿测量法适宜测量具有高内阻有源二端网络。其测量原理如图 1-2-1 所示，用高精度可调稳压电源与被测网络输出进行比较，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，即为被测二端网络的开路电压 U_{oc} 。

- (2) 测量有源二端网络的戴维南等效内阻 R_0 的方法。

① 直接测量。对于不含受控源的纯电阻性网络，其等效内阻可以将所有独立源置零



后,直接用万用表欧姆挡进行测量。由于此方法忽略了电源的内阻,故误差比较大。

② 开路电压—短路电流法。测量开路电压 U_{oc} 和短路电流 I_{sc} 。其等效内阻为:

$$R_0 = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} \quad (1-2-1)$$

这种方法适用于 U_{oc} 较大而 I_{sc} 不超过额定值的情况,对含有可控源的网路常用此法。

③ 伏安法。若二端网络的内阻很低,不宜测量其短路电流时,则可采用伏安法测量。根据有源二端网络的外特性曲线的斜率 $\tan \varphi$ (如图 1-2-2 所示),即为等效内阻值:

$$R_0 = \tan \varphi = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} \quad (1-2-2)$$

测量开路电压 U_{oc} 及电流为额定值 I_N 时的输出电压 U_N ,则内阻为:

$$R_0 = \frac{U_{oc} - U_N}{I_N} \quad (1-2-3)$$

④ 半电压法。测量电路如图 1-2-3 所示,当负载电压为被测网络开路电压的一半时,负载电阻即为被测二端网络的等效内阻值。

四、实验内容

1. 戴维南定理的验证 (验证性实验)

(1) 按如图 1-2-4 (a) 所示连接实验电路,其中,电路元件的参考值为: $U_s = 12 \text{ V}$, $R_1 = 200 \Omega$, $R_2 = 300 \Omega$, $R_3 = 300 \Omega$, $R_4 = 200 \Omega$, 负载电阻 $R_L = 240 \Omega$ 。

(2) 等效参数的测量。

① 测量输出电流 I_0 。用直流电流表 (毫安表) 测量输出电流 I , 将结果记入表 1-2-1 中。

② 测量开路电压 U_{oc} 。将负载电阻 R_L 开路, 如图 1-2-4 (b) 所示, 测量开路电压 U_{oc} , 将结果记入表 1-2-1 中。

③ 测量短路电流 I_{sc} 。将负载电阻 R_L 短路, 如图 1-2-4 (c) 所示, 测量短路电流 I_{sc} , 将结果记入表 1-2-1 中。

④ 测量等效电阻 R_{eq} (R_0)。将负载电阻 R_L 短路, 置 $U_s = 0$, 如图 1-2-4 (d) 所示, 用万用表电阻挡测量等效电阻 R_{eq} (R_0), 将结果记入表 1-2-1 中。

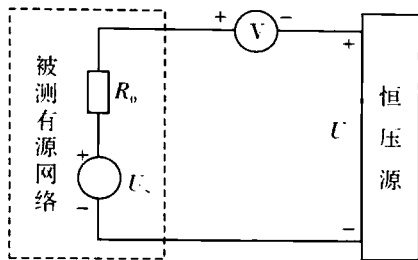


图 1-2-1 补偿法测量电路

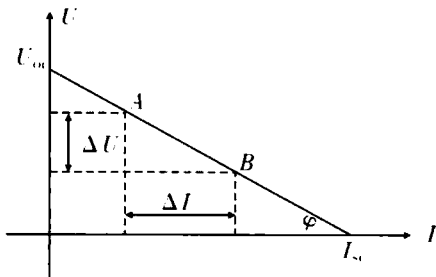


图 1-2-2 有源二端网络的外特性

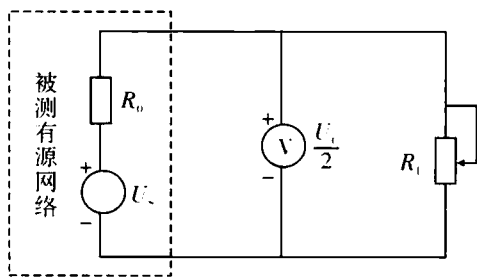
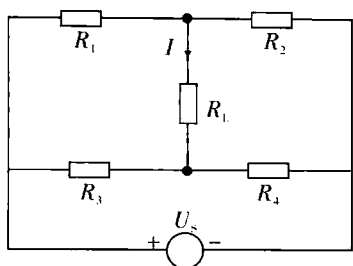


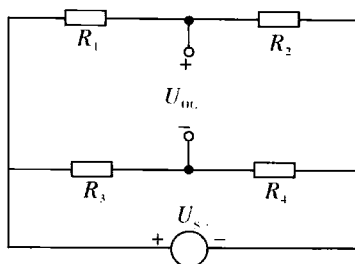
图 1-2-3 半电压法测量电路



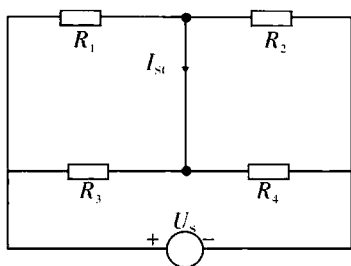
⑤ 根据测量电路对以上测量项目进行理论计算，将计算结果记入表 1-2-1 中，分析误差并解释比较结果。



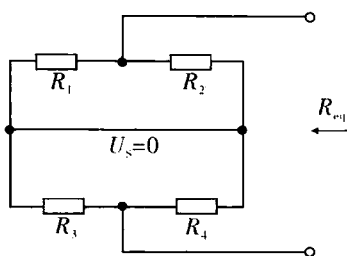
(a) 验证实验电路



(b) 开路电压测量电路



(c) 短路电流测量电路



(d) 等效电阻测量电路

图 1-2-4 戴维南定理的验证实验电路

(3) 负载实验。

在图 1-2-4 (a) 所示实验电路中，按表 1-2-2 改变负载电阻 R_L ，用直流电流表（毫安表）测量输出电流 I 。同时对用戴维南定理进行等效后的电路（等效电压源 $U_S = 2.4 \text{ V}$ ， $R_0 = 240 \Omega$ ）计算输出电流 I ，将结果记入表 1-2-2 中，与测量值比较，分析误差并解释比较结果。

表 1-2-1 戴维南等效参数测量数据记录

测量项目	I (mA)	U_{OC} (V)	I_{SC} (mA)	R_{eq} (Ω)	$R_0 = U_{OC}/I_{SC}$ (Ω)
测量值					
计算值					
相对误差					



表 1-2-2 负载实验测量数据记录

单位: mA

$R_L (\Omega)$	50	100	150	240	400	备注
I 测量						等效电压源 $U_s = 2.4 \text{ V}$ $R_0 = 240 \Omega$
I 计算						
相对误差						

实验注意事项:

① 测量时应根据计算值预先调整仪表的合适量程, 注意仪表的极性及数据表格中“+”、“-”号的记录。

② 改接线路时, 要关掉电源。

③ 电源置零时不能直接将稳压电源两端短接。正确的方法是: 移去电压源, 在原电压源所接的两端用导线相连使之短接。

2. 诺顿定理的验证 (综合设计性实验)

参照戴维南定理验证实验, 设计诺顿定理的验证实验。要求给出验证实验电路及电路中各元器件的具体参数, 列出实验所需要的主要设备和材料, 写出实验内容, 设计相应的实验数据记录表格, 并进行实验验证。

五、预习要求

- (1) 熟悉实验原理, 了解实验内容, 完成表格数据记录及相关的理论计算。
- (2) 确定综合设计性实验 (实验内容 2) 方案。

六、实验报告与思考题

- (1) 按实验内容整理记录数据, 分析误差并解释原因。
- (2) 根据实验数据表格, 进行分析、比较、归纳, 总结实验结论。
- (3) 说明测量有源二端网络等效参数的几种方法, 并比较其优缺点。



实验 1.3 交流电路参数测定

一、实验目的

- (1) 掌握交流电压表、电流表和功率表的使用方法。
- (2) 学习交流电路元件参数的测定方法。

二、实验设备及材料

通用电学实验台，单相交流调压器，交流电压表、交流电流表，功率表，电阻、电容、电感器件若干和导线一批。

三、实验原理

1. 交流电路元件参数（阻抗）的测定

交流阻抗或复阻抗在极坐标中用它的模及幅角来表示，在复平面的直角坐标中用它的实部及虚部来表示。无论用哪种方法来表示，都必须有两个参数来表征。测定交流阻抗比直流电阻的伏安法要复杂。

测定元件的交流阻抗的方法有很多，这里介绍 U - A 法和 U - A - P 法。

(1) U - A 法。

用 U - A 法测交流阻抗的原理电路如图 1 - 3 - 1 所示。用交流电压表分别测出电源电压 $\dot{U}$ 、变阻器 R_w 上的电压 $\dot{U}_1$ 及被测阻抗 Z 上的电压 $\dot{U}_Z$ ，同时用交流电流表测出通过 Z 的电流 I 。 Z 的阻抗模 $|Z|$ 为：

$$|Z| = \frac{\dot{U}_Z}{I}$$

根据 KVL 将上述三个电压作出矢量图（如图 1 - 3 - 2 所示，选择电流 I 即滑线电阻的电压作参考量，并假定 Z 为电感性器件），从矢量图上可求出 Z 的幅角 φ 和功率因数 $\cos \varphi$ 。

$$\cos \varphi = \frac{U^2 - U_1^2 - U_Z^2}{2U_1 U_Z}$$

于是有 $Z = R \pm jX = |Z| \cos \varphi \pm j |Z| \sin \varphi$ 。

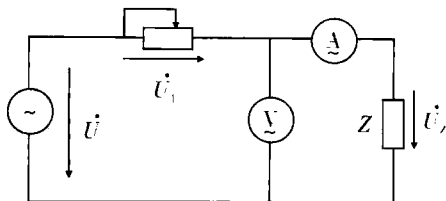


图 1-3-1 U-A 法测量阻抗原理电路

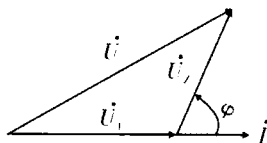


图 1-3-2 U-A 法测量阻抗相量

(2) U-A-P 法 (三表法)。

U-A-P 法测交流阻抗的原理电路如图 1-3-3 所示。用交流电压表、交流电流表及功率表分别测定出元件 (或无源二端网络) 两端的电压有效值 $\dot{U}$ 、流过元件中的电流有效值 I 和它消耗的功率 P , 再通过计算得出其阻抗值。这种测定交流参数的方法又称为三表法。

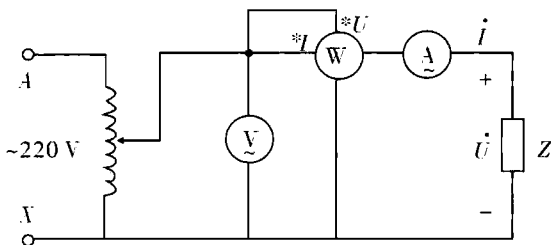


图 1-3-3 三表法测量阻抗原理电路

有关计算基本公式:

$$\text{阻抗模} \quad |Z| = \frac{U}{I} \quad (1-3-1)$$

$$\text{功率因数} \quad \cos \varphi = \frac{P}{UI} \quad (1-3-2)$$

$$\text{于是有} \quad Z = R \pm jX = |Z| \cos \varphi + j|Z| \sin \varphi$$

$$\text{对电感性元件} \quad R = |Z| \cos \varphi; L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{|Z| \sin \varphi}{2\pi f} \quad (1-3-3)$$

$$\text{对电容性元件} \quad R = |Z| \cos \varphi; C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi f |Z| \sin \varphi} \quad (1-3-4)$$

(3) 阻抗性质的判别方法。

无论是用 U-A 法还是用 U-A-P 法, 都尚未能够直接判断被测量元件的阻抗是电感性还是电容性。判别阻抗的性质, 方法之一是用双踪示波器测量出被测元件两端电压与其通过的电流的相位差来判断。这里介绍一种在被测元件两端并联或串联电容的判别方法。

① 保持测量电路总电压 U 不变的前提下, 在被测元件两端并联一只适量的试验电容 C' , 若并联电容后电路的电流增大 (串接的电流表读数增大), 则被测阻抗为电容性;