

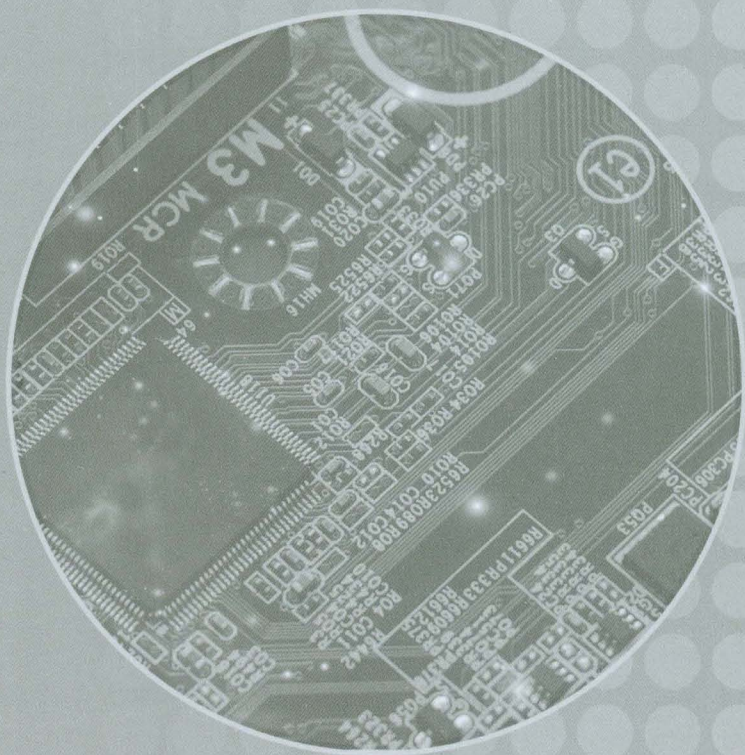
高等院校“十三五”规划教材

电工电子技术 实验教程

DIANGONG DIANZI JISHU SHIYAN JIAOCHENG

EXPERIMENTATION

- 主 编 章小宝 陈 巍 万 彬
- 副主编 朱海宽 谭菊华



重庆大学出版社

内容提要

本书共分为4部分,共38个电路实验和14仿真实验。第1部分为电路与电工技术实验,包括基尔霍夫定律的验证,戴维南定理,叠加原理的验证,最大功率传输条件的测定,单相交流电路,三相交流电路电压、电流的测量,RC一阶电路的响应测试, R 、 L 、 C 元件阻抗特性的测定,RLC串联谐振电路的研究,RC串并联选频网络特性测试,继电器控制电路,单相铁芯变压器特性的测试等。第2部分为模拟电路实验,包括常用电子仪器的使用,二极管整流、滤波和稳压电源,晶体管共射极单管放大电路,负反馈放大器,差动放大器,集成运算放大器的应用(一)——模拟运算电路,集成运算放大器的应用(二)——电压比较器,RC正弦波振荡器,OTL低频功率放大器等。第3部分为数字电路实验,包括组合逻辑电路的设计与测试,译码器及其应用,数据选择器及其应用,触发器及其应用,计数器及其应用,移位寄存器及其应用,555时基电路及其应用,智力竞赛抢答装置。第4部分为仿真部分,包括模拟运算电路仿真实验,Multisim12.0数字电路仿真等。

本书实验丰富、结构清晰、步骤详细,可作为高等院校本专科通用的电子信息、通信、自动化、机电一体化、计算机应用、机制、车辆、过控等理工科类的实验教材,也可供从事电工、机电、电子技术的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验教程 / 章小宝, 陈巍, 万彬主编

— 重庆: 重庆大学出版社, 2019.7

ISBN 978-7-5689-1571-7

I. ①电… II. ①章… ②陈… ③万… 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(2019)第 109410 号

电工电子技术实验教程

主 编 章小宝 陈 巍 万 彬

副主编 朱海宽 谭菊华

策划编辑:杨粮菊

责任编辑:陈 力 版式设计:杨粮菊

责任校对:王 倩 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:饶帮华

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆华林天美印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:10.75 字数:268千

2019年7月第1版 2019年7月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5689-1571-7 定价:32.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

“电工电子技术教程”是一门实践性很强的课程,编写《电工电子技术实验教程》一书的目的,不仅是要帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识,更重要的是训练学生的实验技能,树立工程实际观念和严谨的科学作风,培养学生的动手能力和创新能力。

编者汇集了多年来的实验教学成果和经验,充分考虑到教师指导实验的难点以及学生在做实验的过程中可能遇到的困难和问题编写完成本书。

本书实验内容分为电路与电工技术实验、模拟电路实验、数字电路实验和仿真实验4个部分,实验内容完善、充实,增加了一些反映新技术的内容,并对学生实验技能提出了具体要求。每个实验的相关理论都尽量使用精练的语言阐述清楚。实验仿真部分应用的是 Multisim 电路仿真软件,对其中的部分实验项目进行了仿真设计,为学生更好地学习和掌握实验理论知识提供了一种新的方法与思路。

本书由南昌大学科学技术学院章小宝、陈巍和南昌职业大学万彬老师任主编,南昌大学科学技术学院朱海宽、谭菊华任副主编。其中,章小宝编写了第1部分电路与电工技术实验;万彬编写了第2部分模拟电路实验;陈巍编写了第3部分数字电路实验;朱海宽编写了第4部分仿真实验;谭菊华编写了附录部分。全书由章小宝统稿。本书得到了南昌大学科学技术学院万晓凤、黄仁如、吴静进、沈放等老师的帮助,在此表示感谢。

由于编者水平所限,加之编写时间仓促,书中疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者
2019年3月

目 录

第 1 部分	电路与电工技术实验	1
实验一	电路元件伏安特性的测绘	1
实验二	基尔霍夫定律的验证	4
实验三	叠加原理的验证	5
实验四	戴维南定理	7
实验五	最大功率传输条件的测定	9
实验六	单相交流电路	11
实验七	三相交流电路电压、电流的测量	15
实验八	RC 一阶电路的响应测试	17
实验九	R 、 L 、 C 元件阻抗特性的测定	20
实验十	RLC 串联谐振电路的研究	21
实验十一	RC 串并联选频网络特性测试	23
实验十二	继电接触控制电路	26
实验十三	单相铁芯变压器特性的测试	29
实验十四	三相交流电路电压、电流的测量	30
实验十五	三相电路功率的测量	32
实验十六	功率因数及相序的测量	36
第 2 部分	模拟电路实验	38
实验十七	常用电子仪器的使用	38
实验十八	二极管整流、滤波和稳压电源	41
实验十九	晶体管共射极单管放大器	45
实验二十	场效应管放大器	49
实验二十一	负反馈放大器	53
实验二十二	差动放大器	55
实验二十三	集成运算放大器的应用(一)——模拟运算 电路	58
实验二十四	集成运算放大器的应用(二)——电压比 较器	63

实验二十五	波形发生器	65
实验二十六	RC 正弦波振荡器	69
实验二十七	OTL 低频功率放大器	71
实验二十八	集成功率放大器	74
实验二十九	集成稳压器	77
第 3 部分	数字电路实验	82
实验三十	组合逻辑电路的设计与测试	82
实验三十一	TTL 集成门电路	84
实验三十二	译码器及其应用	86
实验三十三	数据选择器及其应用	90
实验三十四	触发器及其应用	95
实验三十五	计数器及其应用	100
实验三十六	移位寄存器及其应用	104
实验三十七	555 时基电路及其应用	109
实验三十八	智力竞赛抢答装置	113
第 4 部分	仿真部分	116
实验三十九	基尔霍夫定律仿真分析	116
实验四十	叠加定理的验证	117
实验四十一	戴维南定理和诺顿定理的仿真	118
实验四十二	RC 一阶电路时域响应仿真分析	119
实验四十三	二阶电路的时域分析	120
实验四十四	RLC 串联谐振电路	121
实验四十五	三相电路	122
实验四十六	半波整流滤波电路仿真实验	125
实验四十七	全波整流滤波电路仿真实验	125
实验四十八	晶体管共射极单管放大电路仿真实验	126
实验四十九	负反馈放大电路仿真实验	127
实验五十	差动放大器仿真实验	128
实验五十一	模拟运算电路仿真实验	129
实验五十二	Multisim 12.0 数字电路仿真	129
附录		142
附录 I	示波器原理及使用	142
附录 II	用万用电表对常用电子元件检测	150
附录 III	电阻器的标称值及精度色环标志法	153
附录 IV	放大器干扰、噪声抑制和自激振荡的消除	154
附录 V	部分集成电路引脚排列	157
参考文献		166

第 **I** 部分

电路与电工技术实验

实验一 电路元件伏安特性的测绘

【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。
- (3) 掌握实验台上直流电工仪表和设备的使用方法。

【相关理论】

任何一个二端元件的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。

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 中 a 曲线所示,该直线的斜率等于该电阻器的电阻值。

②一般的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”的阻值可相差几倍甚至十几倍,所以其伏安特性如图 1-1 中 b 曲线所示。

③一般的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 中 c 曲线所示。

正向压降很小(一般的锗管为 $0.2 \sim 0.3 \text{ V}$,硅管为 $0.5 \sim 0.7 \text{ V}$),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为十至几十伏时,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,则会导致管子击穿损坏。

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,但其反向特性较特别,如图 1-1 中 *d* 曲线所示。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,以后其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。

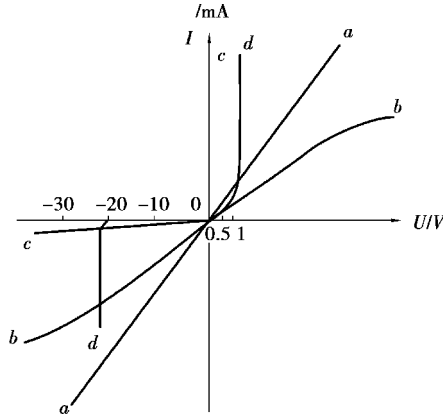


图 1-1 伏安特性

【实验设备与器材】

- ①可调直流稳压电源 0 ~ 30 V 1
- ②万用表 FM-47 或其他 1 自备
- ③直流数字毫安表 0 ~ 200 mA 1
- ④直流数字电压表 0 ~ 200 V 1
- ⑤二极管 1N4007 1 DGJ-05
- ⑥稳压管 2CW51 1 DGJ-05
- ⑦白炽灯 12 V, 0.1 A 1 DGJ-05
- ⑧线性电阻器 200 Ω, 1 kΩ/8 W 1 DGJ-05

【实验内容与步骤】

①测定线性电阻器的伏安特性。按图 1-2 所示接线,调节稳压电源的输出电压 *U*,从 0 V 开始缓慢增加,一直增加到 10 V,记下相应的电压表和电流表的读数 U_R 、*I*,数据填入表 1-1 中。

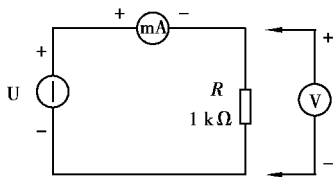


图 1-2 线性电阻的伏安特性

表 1-1

U_R/V	0	2	4	6	8	10
I/mA						

②测定非线性白炽灯泡的伏安特性。将图 1-2 中所示的电阻 *R* 换成一只 12 V, 0.1 A 的灯泡,重复步骤 1。 U_L 为灯泡的端电压,数据填入表 1-2 中。

表 1-2

U_L/V	0.1	0.5	1	2	3	4	5
I/mA							

③测定半导体二极管的伏安特性。按图 1-3 所示接线, 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 VD 的正向施压 U_{D+} 可在 0 ~ 0.75 V 范围内取值。在 0.5 ~ 0.75 V 范围内应多取几个测量点。测反向特性时,只需将图 1-3 中的二极管 VD 反接,且其反向施压 U_{D-} 可达 30 V。

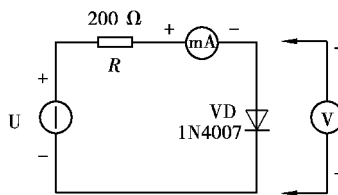


图 1-3 半导体二极管的伏安特性

正向特性实验数据填入表 1-3 中。

表 1-3

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

反向特性实验数据填入表 1-4 中。

表 1-4

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。

a. 正向特性实验:将图 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 1-5 中。

表 1-5

U_{Z+}/V	
I/mA	

b. 反向特性实验:将图 1-3 中的 R 换成 1 k 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 1-6 中。

表 1-6

U_o/V	
U_{Z-}/V	
I/mA	

实验二 基尔霍夫定律的验证

【实验目的】

- (1) 验证基尔霍夫定律的正确性,以加深对基尔霍夫定律的理解。
- (2) 学会用电流插头、插座测量各支路电流。

【相关理论】

基尔霍夫定律是电路的基本定律。用以测量某电路的各支路电流及每个元件两端的电压,应能分别满足基尔霍夫电流定律(KCL)和电压定律(KVL)。即对电路中的任一个节点而言,应有 $\sum I = 0$;对任何一个闭合回路而言,应有 $\sum U = 0$ 。

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。

【实验设备与器材】

- ① 直流可调稳压电源 0~30 V 二路
- ② 万用表 1 自备
- ③ 直流数字电压表 0~200 V 1
- ④ 电位、电压测定实验电路板 1 DGJ-03

【实验内容与步骤】

实验线路如图 2-1 所示,使用 DGJ-03 挂箱的“基尔霍夫定律/叠加原理”线路。

① 实验前先任意设定 3 条支路和 3 条闭合回路的电流正方向。图 2-1 中的 I_1, I_2, I_3 方向已设定。3 条闭合回路的电流正方向可设为 ADEFA、BADCB 和 FBCEF。

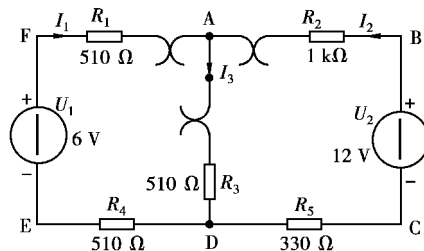


图 2-1 基尔霍夫定律电路图

- ② 分别将两路直流稳压源接入电路,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 3 条支路的 3 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同表 2-1,并记录。

表 2-1

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										

实验三 叠加原理的验证

【实验目的】

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。

【相关理论】

叠加原理指出,在有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(某独立源的值)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。

【实验设备与器材】

- ①直流稳压电源 0~30 V 可调 二路
- ②万用表 1 自备
- ③直流数字电压表 0~200 V 1
- ④直流数字毫安表 0~200 mA 1
- ⑤叠加原理实验电路板 1 DGJ-03

【实验内容与步骤】

实验线路如图 3-1 所示,使用 DGJ-03 挂箱的“基尔夫定律/叠加原理”线路。

①将两路稳压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 电源单独作用(将开关 S_1 投向 U_1 侧,开关 S_2 投向短路侧)。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,数据记入表 3-1。

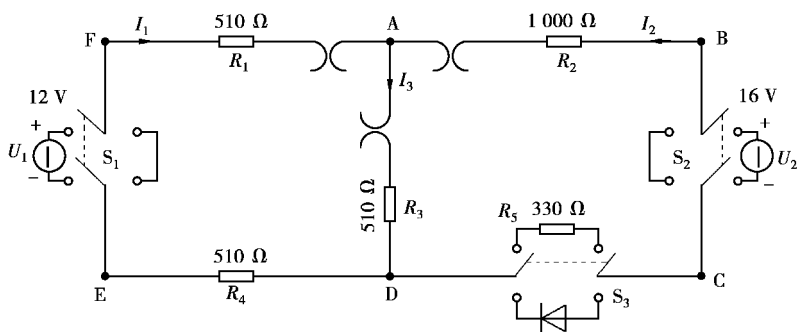


图 3-1 叠加原理电路图

表 3-1

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										

③令 U_2 电源单独作用(将开关 S_1 投向短路侧,开关 S_2 投向 U_2 侧),重复实验步骤 2 的测量和记录,数据记入表 3-1。

④令 U_1 和 U_2 共同作用(开关 S_1 和 S_2 分别投向 U_1 和 U_2 侧),重复上述的测量和记录,数据记入表 3-1。

⑤将 U_2 的数值调至 +12 V,重复上述第 3 项的测量并记录,数据记入表 3-1。

⑥将 R_5 (330 Ω)换成二极管 1N4007(即将开关 S_3 投向二极管 1N4007 侧),重复 1 ~ 5 的测量过程,数据记入表 3-2。

表 3-2

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										

⑦任意按下某个故障设置按键,重复前述测量和记录,再根据测量结果判断出故障的性质。

实验四 戴维南定理

【实验目的】

- (1) 验证戴维南定理,加深理解其原理。
- (2) 掌握有源二端网络戴维南等效电路参数的测量方法。

【相关理论】

(1) 任何一个线性含源网络,如果仅研究其中任何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(或称为含源一端口网络)。

戴维南定理指出:一个有源二端网络,对外电路来说,可以用一个恒压源和内阻的串联组合,即电压源等效置换。其恒压源的电压等于二端网络的开路电压,内阻等于二端网络的全部电源置零后的输入电阻,这种等效变换仅对外电路等效。

有源二端网络的等效参数主要有 U_{oc} (U_s) 和 R_0 。

(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,用电压表直接测其输出端的开路电压 U_{oc} ,然后再将其输出端短路,用电流表测其短路电流 I_{sc} ,则等效内阻为

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

如果二端网络的内阻很小,若将其输出端口短路则易损坏其内部元件,因此不宜用此法。

2) 伏安法测 R_0

用电压表、电流表测出有源二端网络的外特性曲线,如图 4-1 所示。根据外特性曲线求出斜率 $\tan \phi$,则内阻

$$R_0 = \tan \phi = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$$

也可以先测量开路电压 U_{oc} ,再测量电流为额定值 I_N 时的输出端电压值 U_N ,则内阻为

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

3) 半电压法测 R_0

如图 4-2 所示,当负载电压为被测网络开路电压的一半时,负载电阻(由电阻箱的读数确定)即为被测有源二端网络的等效内阻值。

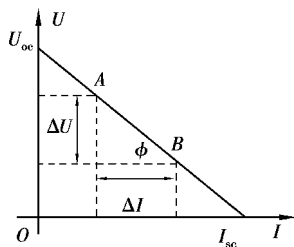


图 4-1 有源二端网络外特性线

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 4-3 所示。

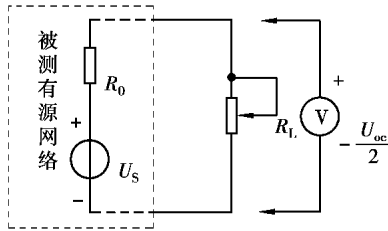


图 4-2 半电压法

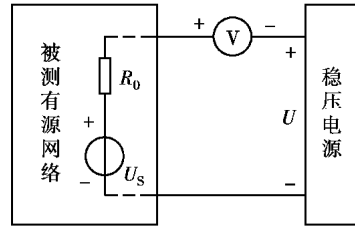


图 4-3 零示法

零示法测量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。

【实验设备与器材】

- ①可调直流稳压电源 0 ~ 30 V 1
- ②可调直流恒流源 0 ~ 500 mA 1
- ③直流数字电压表 0 ~ 200 V 1
- ④直流数字毫安表 0 ~ 200 mA 1
- ⑤万用表 1
- ⑥可调电阻箱 0 ~ 99 999.9 Ω 1
- ⑦电位器 1 k Ω /2 W 1
- ⑧戴维南定理实验电路板 1

【实验内容与步骤】

被测有源二端网络如图 4-4(a) 所示。

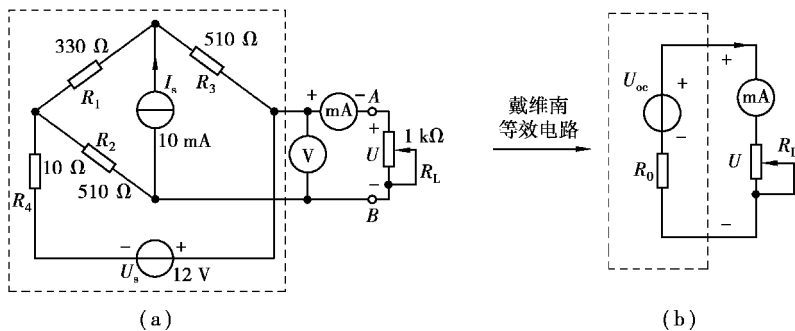


图 4-4 有源二端网络戴维南等效电路

(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 。按图 4-4(a)所示接入稳压电源 $U_s = 12\text{ V}$ 和恒流源 $I_s = 10\text{ mA}$,不接入 R_L 。测出 U_{oc} 和 I_{sc} ,并计算出 R_0 (测 U_{oc} 时,不接入毫安表),数据填入表 4-1 中。

表 4-1

U_{oc}	I_{sc}	$R_0 = U_{oc} / I_{sc}$
/V	/mA	/Ω

(2)负载实验。

按图 4-4(a)所示接入 R_L 。改变 R_L 阻值,测量有源二端网络的外特性曲线,数据填入表 4-2中。

表 4-2

U/V									
I/mA									

(3)验证戴维南定理:从电阻箱上取得按步骤“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”时所测得的开路电压 U_{oc} 之值)相串联,如图 4-4(b)所示,仿照步骤“2”测其外特性,对戴氏定理进行验证,数据填入表 4-3 中。

表 4-3

U/V									
I/mA									

(4)有源二端网络等效电阻(又称入端电阻)的直接测量法。如图 4-4(a)所示,将被测有源网络内的所有独立源置零(去掉恒电流源 I_s 和恒压源 U_s ,即在原恒压源 U_s 所接的两点用一根短路导线相连,并移去 I_s),然后用伏安法或者直接用万用表的欧姆挡去测定负载 R_L 开路时 A 、 B 两点间的电阻,此即为被测网络的等效内阻 R_0 ,或称网络的入端电阻 R_i 。

(5)用半电压法和零示法测量被测网络的等效内阻 R_0 及其开路电压 U_{oc} 。线路及数据表格自拟。

实验五 最大功率传输条件的测定

【实验目的】

- (1)掌握负载获得最大传输功率的条件。
- (2)了解电源输出功率与效率的关系。

【相关理论】

1. 电源与负载功率的关系

图 5-1 可视为由一个电源向负载输送电能的模型, R_0 视为电源内阻和传输线路电阻的总和, R_L 为可变负载电阻。负载 R_L 上消耗的功率 P 可由下式表示:

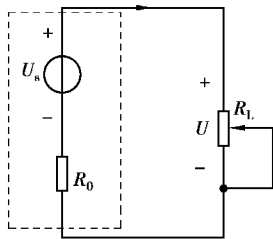


图 5-1 电源向负载输送电能的模型

$$P = I^2 R_L = \left(\frac{U}{R_0 + R_L} \right)^2 R_L$$

当 $R_L = 0$ 或 $R_L = \infty$ 时,电源输送给负载的功率均为零。而以不同的 R_L 值代入上式可求得不同的 P 值,其中必有一个 R_L 值,使负载能从电源处获得最大的功率。

2. 负载获得最大功率的条件

根据数学求最大值的方法,令负载功率表达式中的 R_L 为自变量, P 为因变量,并使 $dP/dR_L = 0$,即可求得最大功率传输的条件:

$$\frac{dP}{dR_L} = 0, \text{ 即 } \frac{dP}{dR_L} = \frac{[(R_0 + R_L)^2 - 2R_L(R_L + R_0)] U^2}{(R_0 + R_L)^4}$$

$$\text{令 } (R_L + R_0)^2 - 2R_L(R_L + R_0) = 0$$

$$\text{解得: } R_L = R_0$$

当满足 $R_L = R_0$ 时,负载从电源获得的最大功率为:

$$P_{\max} = \left(\frac{U}{R_0 + R_L} \right)^2 R_L = \left(\frac{U}{2R_L} \right)^2 R_L = \frac{U^2}{4R_L}$$

这时,称此电路处于“匹配”工作状态。

3. 匹配电路的特点及应用

当电路处于“匹配”状态时,电源本身要消耗一半的功率。此时电源的效率只有 50%。显然,这对电力系统的能量传输过程是绝对不允许的。发电机的内阻很小,电路传输的最主要指标是要高效率送电,最好是 100% 的功率均传送给负载。为此负载电阻应远大于电源的内阻,即不允许运行在匹配状态。

而在电子技术领域里却完全不同,如在任何一个微波功率放大器设计中,错误的阻抗匹配将使电路不稳定,同时会使电路效率降低和非线性失真加大。在设计功率放大器匹配电路时,匹配电路应同时满足匹配、谐波衰减、带宽、小驻波、线性及实际尺寸等多项要求。当有源器件一旦确定后,可以被选用的匹配电路是相当多的,企图把可能采用的匹配电路列成完整的设计表格几乎是不现实的。设计单级功率放大器主要是设计输入匹配电路和输出匹配电路,设计两级功率放大器除了要设计输入匹配电路和输出匹配电路外,还需要设计级间匹配电路。

一般的信号源本身功率较小,且都有较大的内阻。而负载电阻(如扬声器等)往往是较小的定值,且希望能从电源获得最大的功率输出,而电源的效率往往不予考虑。通常设法改变负载电阻,或者在信号源与负载之间加阻抗变换器(如音频功放的输出级与扬声器之间的输出变压器),使电路处于工作匹配状态,以使负载能获得最大的输出功率。

【实验设备与器材】

- ①直流电流表 0 ~ 200 mA 1
- ②直流电压表 0 ~ 200 V 1
- ③直流稳压电源 0 ~ 30 V 1
- ④实验线路 1
- ⑤元件箱 1

【实验内容与步骤】

(1) 按图 5-2 所示接线, 负载 R_L 取自元件箱内的电阻箱。

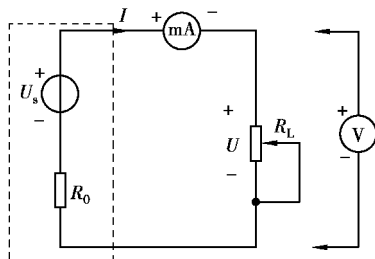


图 5-2 实验电路图

(2) 按表 5-1 所列内容, 令 R_L 在 $0 \sim 1 \text{ k}\Omega$ 范围内变化时, 分别测出 U_L 、 I 及 P_L 的值, 表中 U_L 、 P_L 分别为 R_L 两端的电压和功率, I 为电路的电流, 在 P_L 最大值附近应多测几点。

表 5-1 U_L 、 I 、 P_L 测量值

$U_s = 6 \text{ V}$ $R_0 = 51 \Omega$	R_L/Ω									$1 \text{ k}\Omega$	∞
	U_L/V										
	I/mA										
	P_L/W										
$U_s = 12 \text{ V}$ $R_0 = 200 \Omega$	R_L/Ω									$1 \text{ k}\Omega$	∞
	U_L/V										
	I/mA										
	P_L/W										

实验六 单相交流电路

【实验目的】

- (1) 明确交流电路中电压、电流和功率之间的关系。
- (2) 了解并联电容器提高感性交流电路功率因数的原理及电路现象, 学习功率表的使用方法。
- (3) 了解日光灯工作原理和接线。

【相关理论】

电力系统中的负载大部分是感性负载, 其功率因数较低, 为提高电源的利用率和减少供电线路的损耗, 往往采用在感性负载两端并联电容器的方法来进行无功补偿, 以提高线路的功率

因数。日光灯电路为感性负载,其功率因数一般为 0.3~0.4,在本实验中,利用日光灯电路来模拟实际的感性负载观察交流电路的各种现象。

1. 日光灯的工作原理

如图 6-1 所示,日光灯电路由荧光灯管、镇流器和启辉器 3 部分组成。

①灯管:日光灯管是一根玻璃管,其内壁均匀地涂有一层薄薄的荧光粉,灯管两端各有一个电极和一根灯丝。灯丝由钨丝制成,其作用是发射电子。电极是两根镍丝,焊在灯丝上,与灯丝具有相同的电位,其主要作用是当其具有正电位时吸收部分电子,以减少电子对灯丝的撞击。此外,它还具有帮助灯管点燃的作用。

灯管内还充有惰性气体(如氮气)与水银蒸气。由于有水银蒸气,当管内产生辉光放电时,就会放射紫外线。这些紫外线照射到荧光粉上就会发出可见光。

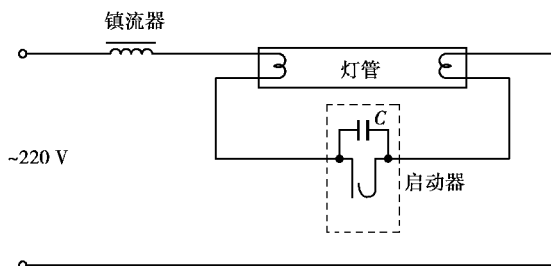


图 6-1 日光灯电路

②镇流器:即是绕在硅钢片铁芯上的电感线圈,在电路中与灯管相串联。其作用为:在日光灯启动时,产生足够的自感电势,使灯管内的气体放电;在日光灯正常工作时,限制灯管电流。不同功率的灯管应配以相应的镇流器。

③启辉器:是一个小型的辉光管,管内充有惰性气体,并装有两个电极:一个是固定电极;一个是倒“U”形的可动电极,如图 6-1 所示。两电极上都焊接有触头。倒“U”形可动电极由热膨胀系数不同的两种金属片制成。

点燃过程:日光灯管、镇流器和启辉器的连接电路如图 6-1 所示。刚接通电源时,灯管内气体尚未放电,电源电压全部加在启辉器上,使其产生辉光放电并发热,倒“U”形的金属片受热膨胀,由于内层金属的热膨胀系数大,双金属片受热后趋于伸直,使金属片上的触点闭合,将电路接通。电流通过灯管两端的灯丝,灯丝受热后发射电子,而当启辉器的触点闭合后,两电极间的电压降为零,辉光放电停止,双金属片经冷却后恢复原来位置,两触点重新分开。为了避免启辉器断开时产生火花,将触点烧毁,通常在两电极间并联一只极小的电容器。

在双金属片冷却后触点断开瞬间,镇流器两端产生相当高的自感电势,这个自感电势与电源电压一起加到灯管两端,使灯管发生辉光放电,辉光放电所放射的紫外线照射到灯管的荧光粉上,就发出可见光。

灯管点亮后,较高的电压降落在镇流器上,灯管电压只有 100 V 左右,这个较低的电压不足以使启辉器放电。因此,其触点不能闭合。这时,日光灯电路因有镇流器的存在形成一个功率因数很低的感性电路。

2. RL 串联电路的分析

日光灯电路可以等效成如图 6-2 所示 R 、 r 、 L 串联的感性电路。其中, R 为日光灯管的等