

电路分析实验

韦宏利 张荷芳 编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书的编写旨在培养和训练学生的实验能力。其主要内容包括工科电路分析 I 的基本技能实验,工科电路分析 II 的部分技能提高实验,以及计算机仿真实验。

本书可作为普通高等学校自动控制、通信、计算机、测控技术与仪器等专业实验课的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电路分析实验/韦宏利,张荷芳编. —西安:西北工业大学出版社,2005. 1
ISBN 7-5612-1867-2

I. 电… II. ①韦… ②张… III. 电路分析—实验—高等学校—教材 IV. TM133-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 131768 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:西安宝石蓝印务有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:8.625

字 数:204 千字

版 次:2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

定 价:12.00 元

前 言

电路分析是实践性很强的专业基础课,实验占有重要地位。培养实验能力和实际操作技能是高等工业学校教育的重要内容之一。通过实验使学生能验证、消化和巩固所学理论知识,提高动手能力,并培养严谨的科学作风。根据教学大纲要求和西安工业学院电工电子实验中心的具体情况,为加强实验教学,掌握先进的科学实验技术,经过学习与调研,我们撰写了这本新的电路分析实验教材。本书充实了部分实验内容,引入了计算机虚拟实验(PSPICE 的应用)。

本书分为三章。第一章是基本技能实验,共有 11 个实验,主要是工科电路分析 I 的实验内容,包括电流、电压、功率、阻抗、动态响应等的测量。学生通过这一部分的学习,可以掌握基本的测量方法,具备初步的实验技能,能够正确选用仪器、仪表,制定合理的实验方案,对实验中各种现象进行观察和判断,正确处理实验数据,编写实验报告等。

第二章是技能提高实验,共有 8 个实验,主要是工科电路分析 II 的部分内容及选做的实验内容。

第三章是计算机仿真实验,主要介绍了 PSPICE 及其在电路分析中的仿真实验。主要有直流稳态、正弦交流稳态、RC 充放电电路、二阶电路及电路谐振等的仿真。

最后一部分是附录,主要包括电工测量的基本知识及常用电工仪器仪表的介绍和使用方法。

本书第一、二章和附录部分由韦宏利编写,第三章由张荷芳编写,西安工业学院电信学院齐华院长和电工电子教研室主任郑长风审核并提出修改意见,张荷芳对全书进行整理定稿。

电工电子教研室和电工电子实习中心各位老师对此书也提出了许多宝贵的意见,在此表示感谢。

由于作者水平有限,书中不当之处企盼使用本书的广大教师和同学批评指正。

编 者

2004 年 3 月

目 录

第一章 基本技能实验.....	1
1.1 电阻元件伏安特性的测试	1
1.2 叠加定理、基尔霍夫定律和电位的研究.....	5
1.3 戴维南定理、诺顿定理、电源等效变换、最大功率传输定理.....	9
1.4 电子示波器和信号发生器的使用.....	13
1.5 一阶电路暂态过程的研究.....	17
1.6 交流参数的测量(一)——三表法.....	21
1.7 交流参数的测量(二)——电桥法.....	24
1.8 RLC 串联谐振电路的研究	25
1.9 并联谐振及功率因数的提高.....	29
1.10 三相电路中电压和电流的测量	32
1.11 三相电路功率的测量	35
第二章 技能提高实验	38
2.1 非正弦周期电流电路的研究.....	38
2.2 特勒根定理与互易定理的研究.....	40
2.3 耦合电感的研究.....	44
2.4 受控源电路的研究.....	48
2.5 无源滤波器和有源滤波器的研究.....	54
2.6 二阶电路的响应与状态轨迹的研究.....	59
2.7 负阻抗变换器及应用.....	63
2.8 二端口网络参数的测定.....	69
第三章 计算机仿真实验——PSPICE 的应用	73
3.1 PSPICE 程序简介	73
3.2 PSPICE 仿真实验举例	82

附 录.....	100
附录 1 电工测量的基本知识	100
附录 2 磁电式、电磁式、电动式仪表的工作原理	104
附录 3 电流、电压的测量	108
附录 4 万用表及其使用方法	109
附录 5 双路晶体管直流稳压电源	112
附录 6 调压变压器的使用	113
附录 7 功率表的使用方法	113
附录 8 QS18A 万能电桥使用说明	115
附录 9 NY4510 型交流毫伏表使用说明	118
附录 10 低频信号发生器使用说明	119
附录 11 POS9020 双踪示波器及其使用方法	122
附录 12 EEL—2 型电工电子实验台简介	126
附录 13 工科电路实验课要求	130
附录 14 实验守则	131

第一章 基本技能实验

1.1 电阻元件伏安特性的测试

一、实验目的

- (1) 学习测量线性和非线性电阻元件伏安特性的方法。
- (2) 学习测量电源外特性的方法。
- (3) 掌握应用伏安特性判断电阻元件类型的方法。
- (4) 学习使用直流电压表、电流表,掌握电压、电流的测量方法。

二、实验原理与说明

1. 电阻元件

二端电阻元件的伏安特性是指元件的端电压与通过该元件的电流之间的函数关系。通过一定的测量电路,用电压表、电流表可测定电阻元件的伏安特性,由测得的伏安特性可判定电阻元件的类型。通过测量得到元件伏安特性的方法称为伏安测量法,简称伏安法。

线性电阻元件的伏安特性满足欧姆定律。在关联参考方向下,可表示为 $u = Ri$,其中 R 为常量,称为电阻的阻值。其伏安特性是一条过坐标原点的直线,具有双向性。如图 1.1.1(a) 所示。

非线性电阻的阻值 R 不是一个常量,其伏安特性是一条过坐标原点的曲线。非线性电阻的种类很多,在此给出几个实验中可能遇到的非线性电阻的伏安特性曲线,图 1.1.1(b), (c), (d), (e), (f) 分别表示钨丝灯泡、普通二极管、稳压二极管、恒流管和隧道二极管的伏安特性曲线。

在电阻元件上施加不同极性和幅值的电压,分别测量出流过相应元件中的电流,或在元件中通入不同方向和幅值的电流,测量出相应元件两端的电压,便得到被测元件的伏安特性。测量参考电路如图 1.1.2(a), (b) 所示。

2. 电压源

理想电压源输出固定幅值的电压,输出电流的大小由外电路决定。因此它的外特性是平行于电流轴的直线,如图 1.1.3(a) 中实线所示。实际电压源的外特性,如图 1.1.3(a) 中虚线所示,在线性工作区它可以用一个理想电压源 U_s 和内电阻 R_s 相串联的电路模型来代替,如图 1.1.3(b) 所示。图 1.1.3(a) 中的角 θ 越大,说明实际电压源内阻 R_s 值越大。实际电压源的

电压 U 和电流 I 的关系式为 $U = U_s - R_s I$ 。

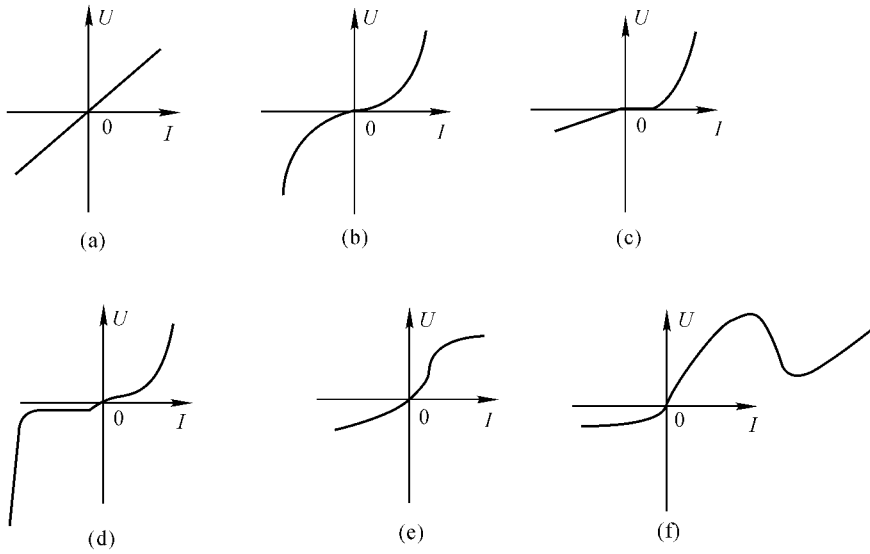


图 1.1.1 电阻伏安特性曲线

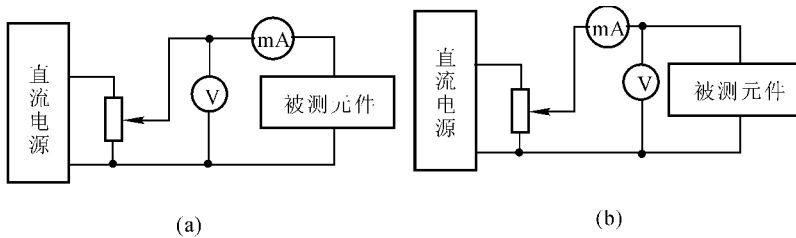


图 1.1.2 测量电阻元件伏安特性参考电路

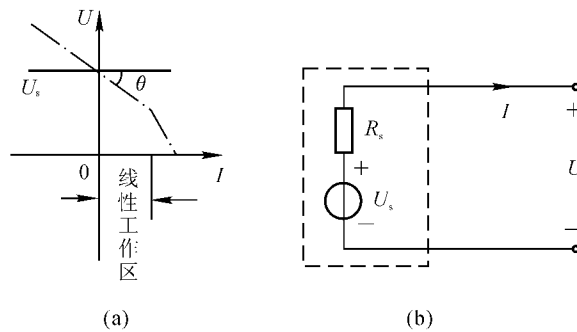


图 1.1.3 电压源外特性

电压源与一可调负载电阻 R_L 相连,如图 1.1.4 所示(R 为限流电阻),改变负载电阻 R_L 的阻值,测量出相应的电压源电流和端电压,便可得到被测电压源的外特性。

3. 电流源

理想直流电流源输出固定幅值的电流,其端电压由外电路决定,因此它的外特性是平行于

电压轴的直线,如图 1.1.5(a) 中实线所示。实际电流源的外特性,如图 1.1.5(a) 中虚线所示,在线性工作区它可以用一个理想电流源 I_s 和内电导 G_s ($G_s = 1/R_s$) 相并联的电路模型来表示,如图 1.1.5(b) 所示。图 1.1.5(a) 中的角 θ 越大,说明实际电流源内电导 G_s 值越大。实际电流源的电流 I 和电压 U 的关系为 $I = I_s - G_s U$,电流源外特性的测量与电压值的测量方法一样,如图 1.1.4 所示。

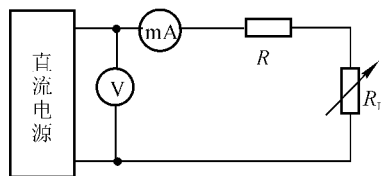


图 1.1.4 测量电压源(电流源)外特性参考电路

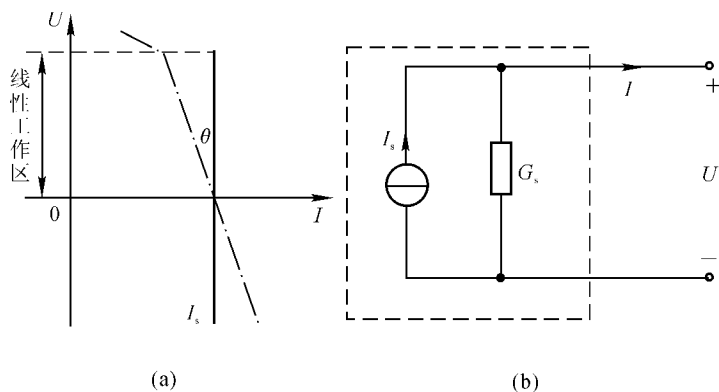


图 1.1.5 电流源外特性

三、实验任务

1. 电源外特性的测量

将电压源、电流源按图 1.1.4 所示电路连接,改变 R_L 值,测量相应电压源、电流源两端电压及流过的电流,记入表 1.1.1 中。

表 1.1.1 有源元件伏安特性测量数据

		$R = 200 \Omega$	$R_L = 0 \sim 600 \Omega$			
电压源	I/mA					
	U/V					
电流源	U/V					
	I/mA					

2. 电阻元件伏安特性的测量

测量电路如图 1.1.2 所示。调节电压源输出,在 $-10 \text{ V} \sim +10 \text{ V}$ 之间,分别记录各被测元件上的电压、电流值,填入表 1.1.2 中。根据所测数据,画出各元件伏安特性草图,与原理说明

中的图形相对照,判断出该元件的名称,填入表 1.1.3 中。

表 1.1.2 电阻元件伏安特性测量数据

元件 1	I/mA										
	U/V										
元件 2	I/mA										
	U/V										
元件 3	I/mA										
	U/V										
元件 4	I/mA										
	U/V										
元件 5	I/mA										
	U/V										

表 1.1.3 被测元件名称

线性电阻	普通二极管	稳压二极管	恒流二极管	白炽灯泡

四、预习与思考

- (1) 认真阅读实验指导书,弄清本次实验的目的和具体内容。
- (2) 画出各实验内容的具体电路图。
- (3) 图 1.1.4 电路中 R 的存在对虚线所示的等效电源外特性有何影响?定性做出各图的外特性曲线。
- (4) 图 1.1.2(a), (b) 分别为电压表前接和电压表后接法测量电路,试回答两电路的应用范围。

五、注意事项

阅读实验中所用仪表的使用说明,注意量程和功能的选择,注意电压源使用时不能短路。

六、实验报告的要求

- (1) 简述实验目的、原理,整理实验数据,画出实验电路图。
- (2) 根据测量数据,用坐标纸分别绘制出电压源、电流源外特性及各电阻元件的伏安特性曲线。
- (3) 根据伏安特性曲线,判断各元件的性质,由线性电阻的特性曲线求出其电阻值。
- (4) 回答思考题。

七、仪器设备

- (1) 各种被测元件一套或电路理论综合实验台挂箱;

- (2) 200 Ω 电阻、600 Ω 滑线变阻器各一个；
- (3) 直流电压表或万用表、直流电流表各一块。

1.2 叠加定理、基尔霍夫定律和电位的研究

一、实验目的

- (1) 验证叠加定理,加深对该定理的理解。
- (2) 验证基尔霍夫电流定律(KCL)和电压定律(KVL)。
- (3) 通过电路中各点电位的测量来加深对电位、电压及它们之间关系的理解。
- (4) 在验证各定理的过程中,离不开参考方向的概念,通过实验加强对参考方向的掌握和运用能力。
- (5) 熟练掌握电路故障的检查与排除能力。

二、实验原理与说明

1. 叠加原理

对于一个具有惟一解的线性电路,由几个独立电源共同作用所形成的各支路电流或电压,是各个独立电源分别单独作用时在相应支路上形成的电流或电压的代数和。

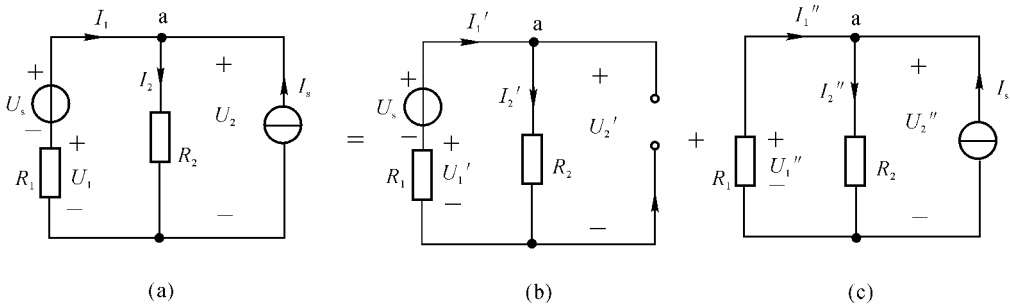


图 1.2.1 电压源、电流源共同作用与分别单独作用电路图

图 1.2.1 所示实验电路。该电路中有一个电压源 U_s 及一个电流源 I_s , 设 U_s 和 I_s 共同作用在电阻 R_1 上产生的电压、电流分别为 U_1 和 I_1 , 在电阻 R_2 上产生的电压、电流分别为 U_2 和 I_2 , 如图 1.2.1(a) 所示。为了验证叠加定理, 令电压源和电流源分别作用: ① 设电压源单独作用时(电流源支路开路)引起的电压、电流分别为 U_1' 、 U_2' 、 I_1' 、 I_2' , 如图 1.2.1(b) 所示; ② 设电流源单独作用时(电压源支路短路)引起的电压、电流分别为 U_1'' 、 U_2'' 、 I_1'' 、 I_2'' , 如图 1.2.1(c) 所示。这些电压、电流的参考方向均已在图中标明。验证叠加定理, 即验证式(1.2.1) 成立:

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= U_1' + U_1'' \\ U_2 &= U_2' + U_2'' \\ I_1 &= I_1' + I_1'' \\ I_2 &= I_2' + I_2'' \end{aligned} \right\} \quad (1.2.1)$$

2. 基尔霍夫电流定律

在任一时刻,流出(或流入)集中电路中任一节点的电流代数和恒等于零。即

$$\sum I = 0 \quad \text{或} \quad \sum I_{\lambda} = \sum I_{\text{出}} \quad (1.2.2)$$

为验证基尔霍夫电流定律,可选一节点,如图 1.2.1(a) 的节点 a,按图中的参考方向测定出各支路电流值,然后,自行约定流入或流出该节点的电流为正,将测得的各电流代入式(1.2.2),加以验证。

3. 基尔霍夫电压定律

按约定的参考方向,在任一时刻,集中参数电路中任一回路上全部元件的电压代数和恒等于零。即

$$\sum U = 0 \quad (1.2.3)$$

4. 电流、电压的实际方向与参考方向的对应关系

参考方向是为了分析计算电路而人为设定的。实验中测量的电压、电流的实际方向,由电压表、电流表的“正端”所标明。在测量电压、电流时,若电压表、电流表的“正端”与参考方向的“正”一致,则该测量值为正值,否则为负值。

5. 电位与电位差

在电路中,电位的参考点选择不同,各节点的电位也相应改变,但任意两节点间的电位差不变,即任意两点间电压与参考点电位的选择无关。

6. 故障分析与检查排除

(1) 实验中常见故障:

- 1) 连线:连线错、接触不良、断路或短路;
- 2) 元件:元件错或元件值错,包括电源输出错;
- 3) 参考点:电源、实验电路、测试仪器之间公共参考点连接错误等。

(2) 故障检查:

故障检查方法很多,一般是根据故障类型,确定部位、缩小范围,在小范围内逐点检查,最后找出故障点并给予排除。简单实用的方法是用万用表(或电压表),在通电或断电状态下检查电路故障。

1) 通电检查法:用万用表的电压档(或电压表),在接通电源情况下,根据实验原理,电路某两点应该有电压,万用表测不出电压;某两点不应该有电压,而万用表测出了电压;或所测电压值与电路原理不符,则故障在此两点间。

2) 断电检查法:用万用表的电阻档(或欧姆档),在断电情况下,根据实验原理,电路某两点应该导通无电阻(或电阻很小),万用表测出开路(或电阻极大);某两点应该开路(或电阻很大),但测的结果为短路(或电阻极小),则故障即在此两点间。

三、实验任务

1. 验证叠加定理

(1) 实验电路如图 1.2.2 所示,按图连线,图中 K_1, K_2, K_3 为电流插座, $I_s = 15 \text{ mA}$, $E_2 = U_s = 10 \text{ V}$, $R_1 = R_3 = R_4 = 510 \Omega$, $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 330 \Omega$ 。使用电键 S_1, S_2 分别控制 I_s, U_s 在电路中的作用与否,自行规定参考方向,用电压表测量表 1.2.1 中各电压值;用电流表连

接电流插头,分别插入电流插座 K_1, K_2 , 测量表 1.2.1 中各电流值,验证叠加定理的正确性。

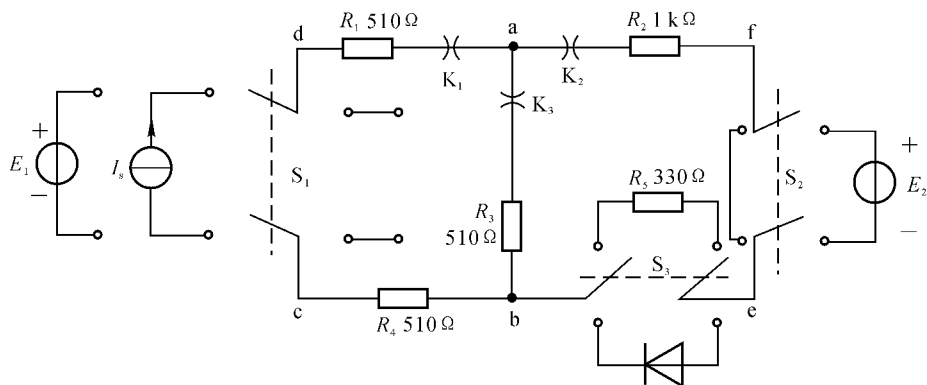


图 1.2.2 验证叠加定理电路图

(2) 将图 1.2.2 所示电路中的 R_5 换为二极管 D, 其余同(1)。验证非线性电路不满足叠加定理, 表格自拟。

表 1.2.1 验证叠加定理数据

U_s 与 I_s 共同作用	$U_{R1} =$	$U_{R2} =$	$I_{R1} =$	$I_{R2} =$
U_s 单独作用	$U_{R1}' =$	$U_{R2}' =$	$I_{R1}' =$	$I_{R2}' =$
I_s 单独作用	$U_{R1}'' =$	$U_{R2}'' =$	$I_{R1}'' =$	$I_{R2}'' =$
叠加结果				

2. 基尔霍夫定律与电位

(1) 实验仍为图 1.2.2 所示电路及参数。测出电流 I_{R1}, I_{R2}, I_{R3} 值, 记入表 1.2.2 中, 依次测出回路 1(绕行方向: abcda) 和回路 2(绕行方向: abefa) 中各支路电压值, 记入表 1.2.3 中。

表 1.2.2 验证 KCL 数据

I_{R1}/mA	I_{R2}/mA	I_{R3}/mA	$\sum I$

表 1.2.3 验证 KVL 数据

回路 1(abcda)	U_{da}/V	U_{ab}/V	U_{bc}/V	U_{cd}/V	$\sum U$
回路 2(abefa)	U_{ab}/V	U_{be}/V	U_{ef}/V	U_{fa}/V	$\sum U$

(2) 将测得的各电流、电压值分别代入约束方程式(1.2.2)、式(1.2.3)中, 验证 KCL 和 KVL。

(3) 分别以 c, e 为参考点, 测量图 1.2.2 中各节点电位, 将测量结果记入表 1.2.4 中, 通过计算验证电路中任意两节点间的电压与参考点的选择无关。

表 1.2.4 不同参考点电位与电压

	测试值 /V						计算值 /V						
	V_a	V_b	V_c	V_d	V_e	V_f	U_{ab}	U_{bc}	U_{cd}	U_{da}	U_{fe}	U_{af}	U_{be}
c 节点													
e 节点													

3. 电路故障与分析

电路中设置开路或短路和电路中元件值、恒流源电流值、恒压源电压值发生变化等故障，试分析故障，并将故障名称填入表 1.2.5 中。

表 1.2.5 故障名称

故障 1	故障 2	故障 3	故障 4	故障 5	故障 6

四、预习与思考

(1) 复习与本实验有关的定理、定律等；简述实验目的、实验原理；认真预习实验内容，画出实验线路图、表格等。

(2) 测量电压、电流时，如何判断数据前的正负号？符号的意义是什么？

(3) 当电位出现负值时，其意义是什么？

(4) 电路中需要正、负 15 V 电源供电，现有两台 0 ~ 30 V 可调稳压电源，问怎样连接才能实现其要求？试画出电路图来。

(5) 进行叠加定理实验，不作用的电压源、电流源怎样处理？为什么？

五、注意事项

(1) 使用指针式仪表时，要特别关注指针的偏转情况，及时调换表的极性，防止指针打弯或损坏仪表。

(2) 验证 KCL, KVL 时，电流源的电流及电压源两端电压都要进行测量，实验中给定的已知量仅作参考。

(3) 测量电压、电位、电流时，不但要读出数值来，还要判断实际方向，并与设定的参考方向进行比较；若不一致，则该数值前加“-”号。

(4) 进行叠加定理实验，电压源单独作用时，不作用的电流源应从电路中拿掉，并保持支路开路状态；电流源单独作用时，不作用的电压源应从电路中拿掉，并保持该支路短路状态。

六、实验报告要求

(1) 将表 1.2.1 中的数据代入式(1.2.1) 计算，验证叠加定理。

(2) 根据实验中给出的参数，计算 U_{R1} , U_{R1}' , U_{R1}'' ，并与实际值比较，分析产生误差的原因。

(3) 将表 1.2.2、表 1.2.3 的数据，代入式(1.2.2)、式(1.2.3) 进行计算，验证 KCL, KVL。

(4) 计算表 1.2.4 中所列各值，与表 1.2.3 中的对应值进行比较，总结出有关参考点与各

电压间的关系。

(5) 分析故障,总结查找故障的体会。

七、试验用仪器

- (1) 实验用电阻元件一套或电路实验台相关挂箱;
- (2) 直流电压源、直流电流源各一台;
- (3) 直流电压表、直流电流表各一块;
- (4) 电流插头、插座三套。

1.3 戴维南定理、诺顿定理、电源等效变换、最大功率传输定理

一、实验目的

- (1) 验证戴维南、诺顿定理。
- (2) 了解含源一端口网络的外特性和电源等效变换条件。
- (3) 验证最大功率传输定理,掌握直流电路中功率匹配的条件。
- (4) 初步掌握功率表的基本使用方法。

二、实验原理与说明

1. 戴维南定理

一个含独立电源、受控源和线性电阻的一端口网络,其对外作用可以用一个电压源串联电阻的等效电源代替,其等效电压等于此一端口网络的开路电压,其等效内阻是一端口网络内部各独立电源置零后所对应的不含独立电源的一端口网络的输入电阻(或称等效电阻)(见图 1.3.1)。

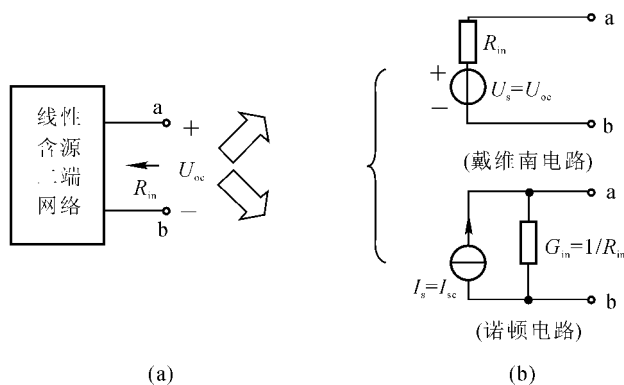


图 1.3.1 戴维南、诺顿等效电路

2. 诺顿定理

此定理是戴维南定理的对偶形式。它指出,一个含独立电源、受控源和线性电阻的一端口

网络,其对外作用可以用一个电流源并联电导的等效电源代替,其等效电流等于此一端口网络的短路电流,其等效内导是一端口网络内部各独立电源置零后所对应的不含独立源的一端口网络的输入电导(或称等效电导)(见图 1.3.1)。

从图 1.3.1(b) 等效电路可见,端口电压与端口电流之间的关系,即网络的外特性方程分别为:

戴维南定理

$$U = U_{oc} - R_{in}I \quad (1.3.1)$$

诺顿定理

$$I = I_{sc} - \frac{U}{R_{in}} \quad (1.3.2)$$

这说明惟一确定一个含源一端口网络的外特性,需要两个参数:网络的开路电压 U_{oc} 和输入电阻 R_{in} ,或网络的短路电流 I_{sc} 和输入电导 $G_{in}(G_{in} = 1/R_{in})$ 。根据式(1.3.1) 或式(1.3.2),可以得到含源一端口网络的外特性曲线,如图 1.3.2 所示。

若含源一端口网络不允许开路或短路,可通过测试该端口两组电压、电流值,然后在 $U-I$ 平面上画出其对应的两个坐标点,过这两点作直线,与 U, I 轴的交点,即为开路电压和短路电流。而该端口的输入电阻为开路电压与短路电流的比值,即

$$R_{in} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$$

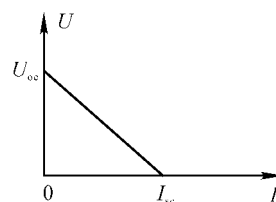


图 1.3.2 含源一端口网络外特性曲线

3. 电源等效变换

由于实际电源存在一定内电阻 R_{in} ,在正常工作区域内,随着输出电流的增加,输出电压大致按线性规律下降。当电流增大超过额定值后,电压可能会急剧下降直至为零,此时电压源工作在非正常区,其特性曲线如图 1.3.3(a) 所示。由图可知,在正常工作区域内,其端口特性方程 $U = U_s - R_{in}I$,可以等效为戴维南电路,如图 1.3.3(b) 所示。

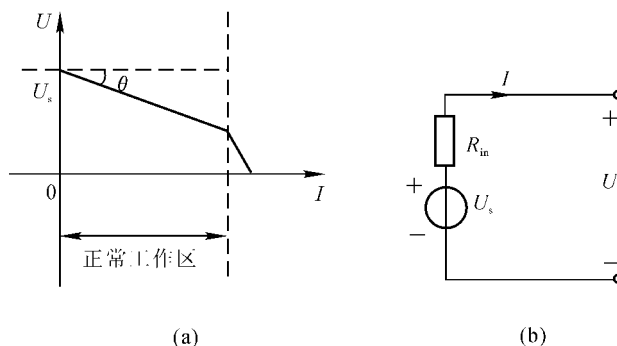


图 1.3.3 电压源外特性曲线及其等效电路

同理,实际电流源存在一定内电导 G_{in} ,在正常工作区域内,随着输出电阻的增加,输出电流大致按线性规律下降。当电压增大超过额定值后,电流也可能会急剧下降直至为零,此时电流源工作在非正常区,其特性曲线如图 1.3.4(a) 所示。由图可知,在正常工作区域内,其端口

特性方程 $I = I_s - G_{in}U$, 可以等效为诺顿定理, 如图 1.3.4(b) 所示。

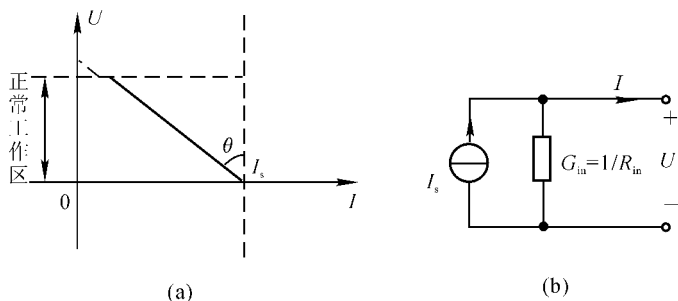


图 1.3.4 电流源外特性曲线及其等效电路

4. 最大功率传输定理

如前所述, 一个实际电源或一个线性含源一端口网络, 不管它内部具体电路如何, 都可以等效为理想电压源 U_s 和一个电阻 R_{in} 的串联支路, 如图 1.3.5 所示。负载从给定电源获得功率, 即

$$P = I^2 R_L = \frac{U_s^2 R_L}{(R_{in} + R_L)^2} \quad (1.3.3)$$

对上式求极值得 $R_L = R_{in}$ 时, P 值最大, 此时负载 R_L 获得最大功率, 即

$$P_{max} = I^2 R_L = \frac{U_s^2 R_L}{(R_{in} + R_L)^2} = \frac{U_s^2}{4R_{in}} \quad (1.3.4)$$

此时电路的效率为

$$\eta = \frac{P_{max}}{P} \times 100\% = \frac{I^2 R_L}{I^2 (R_{in} + R_L)} \times 100\% = 50\%$$

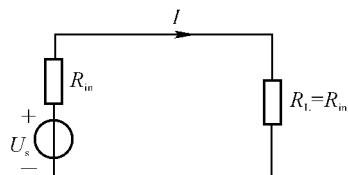


图 1.3.5 负载从给定电源获得功率电路

三、实验任务

1. 验证戴维南、诺顿定理

实验线路如图 1.3.6 所示, 其中 $U_s = 10 \text{ V}$, $I_s = 20 \text{ mA}$, $R_1 = 450 \Omega$, $R_2 = 190 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$, R_L 为 $0 \sim 600 \Omega$ 可调电阻。将 cd 支路取出, 作为外电路, 将其余部分作为含源一端口网络。

(1) 测定图 1.3.6(a) 所示一端口网络的开路电压 U_{oc} 、短路电流 I_{sc} , 求出入端等效电阻 R_{in} 。

(2) 改变 R_L 值, 测量该网络的外特性 $U = f(I)$, 记入表 1.3.1 中。

(3) 根据任务(1)测得的开路电压 U_{oc} 、短路电流 I_{sc} 、入端等效电阻 R_{in} 值组成戴维南电路和诺顿电路, 如图 1.3.6(b), (c) 所示, 改变 R_L 值, 测量戴维南电路的外特性 $U' = f(I')$ 和诺顿电路的外特性 $U'' = f(I'')$, 记入表 1.3.1 中。验证戴维南和诺顿定理的正确性。

2. 电源等效变换

实验中给定两个实际电源网络。测试其外特性(记录表格自拟), 根据测试数据组成戴维南电路和诺顿电路, 并测试其外特性, 与原网络进行比较, 判断是否正确。

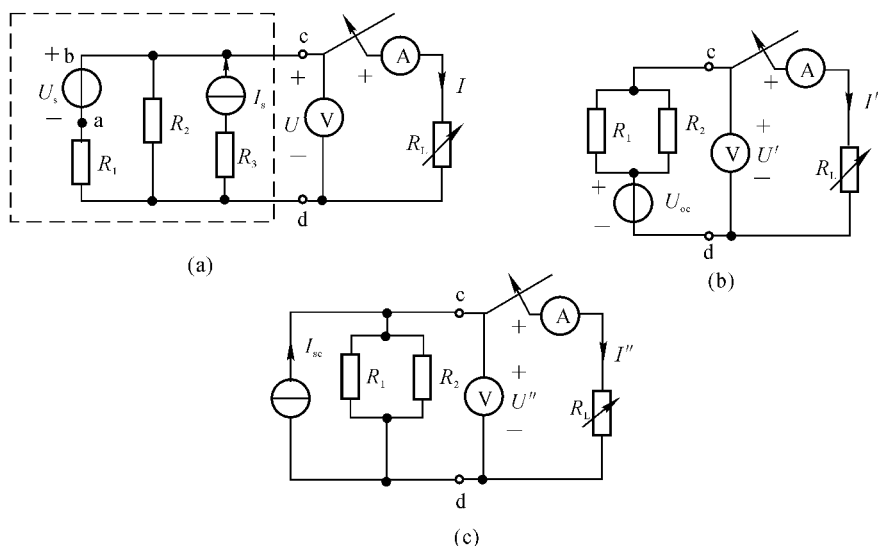


图 1.3.6 实验原理线路图

表 1.3.1 含源一端口网络及等效电路外特性数据

	改变 R_L	1	2	3	4	5	6	7	8
$U = f(I)$	I/mA	0							
	U/V								0
$U' = f(I')$	I'/mA	0							
	U'/V								0
$U'' = f(I'')$	I''/mA	0							
	U''/V								0

3. 含源二端口网络设计

给定 $0 \sim 10 \text{ V}$ 可调电压源 U_s , $0 \sim 20 \text{ mA}$ 可调电流源 I_s , $0 \sim 200 \Omega$, $0 \sim 450 \Omega$ 及 $0 \sim 600 \Omega$ 可调电阻 R_1, R_2, R_L , 自行设计一个如图 1.3.7 所示外特性的线性含源二端口网络, 其中开路电压 $U_s = 14 \text{ V}$, 短路电流 $I_s = 30 \text{ mA}$. 端口接负载电阻 R_L , 测试该网络外特性曲线(表格自拟).

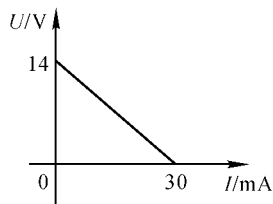


图 1.3.7 设计含源网络的外特性

4. 验证最大功率传输定理

实验电路用实验任务 3 中设计的含源二端口网络, 负载电阻 R_L 为电阻箱。

(1) 调节 $U_L = \frac{1}{2}U_{oc}$, 记录电阻 R_L 、电流 I 和功率值 $P_{测}$ (功率表的使用见附录 7), 填入表 1.3.2 第一列。

(2) 改变 R_L 值, 测量端口电压 U_L , I 值, 计算功率 $P_{计1}$ 值; 根据表 1.3.2 中 U, I 值, 计算 $P_{计2}$ 值, 填入表 1.3.2 中。