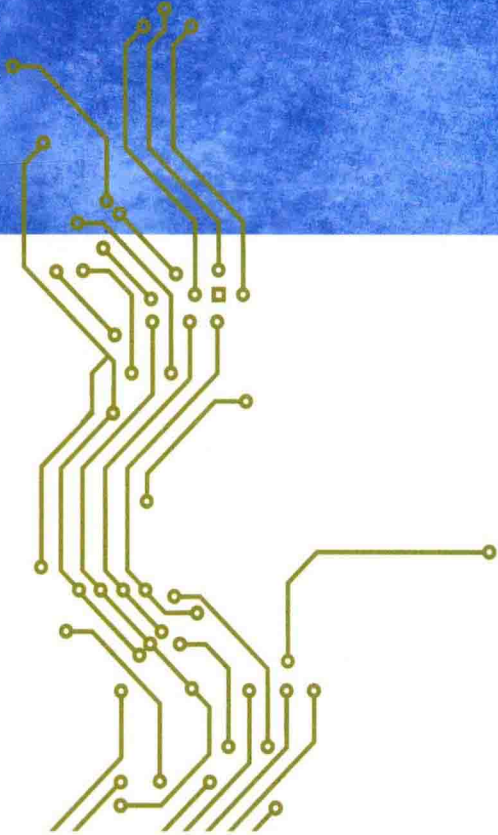
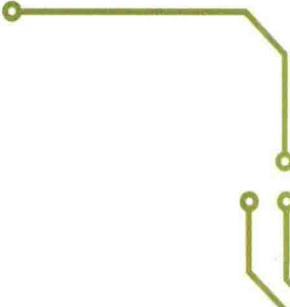




主 编 陈寿坤 林建华

副主编 张琨英 郑清兰

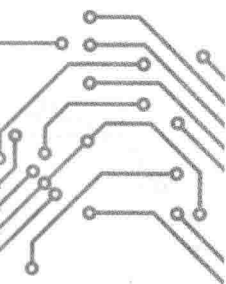
电子基础 实验指导



DIANZI JICHU SHIYAN ZHIDAO



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位



电子基础

实验指导

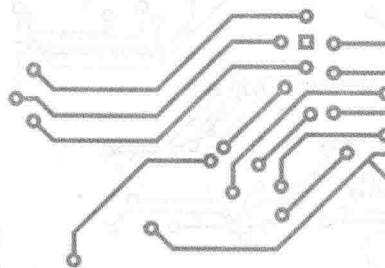
主 编 陈寿坤 林建华

副主编 张琨英 郑清兰



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位



图书在版编目(CIP)数据

电子基础实验指导/陈寿坤,林建华主编. —厦门:厦门大学出版社,2018.5
ISBN 978-7-5615-6963-4

I. ①电… II. ①陈…②林… III. ①电子技术-实验-高等学校-教学参考资料
IV. ①TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 100096 号

出 版 人 郑文礼

责任编辑 李峰伟

封面设计 蒋卓群

技术编辑 许克华

出版发行 厦门大学出版社

社 址 厦门市软件园二期望海路 39 号

邮政编码 361008

总 编 办 0592-2182177 0592-2181406(传真)

营销中心 0592-2184458 0592-2181365

网 址 <http://www.xmupress.com>

邮 箱 xmupress@126.com

印 刷 三明市华光印务有限公司

开本 787 mm×1 092 mm 1/16

印张 13.5

字数 330 千字

版次 2018 年 5 月第 1 版

印次 2018 年 5 月第 1 次印刷

定价 39.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换



厦门大学出版社
微信二维码



厦门大学出版社
微博二维码

前言

电子基础课程是工科专业的专业基础课,包括电路与电工技术基础、模拟电子技术基础、数字电子技术基础等,其中电路与电工技术基础主要研究基本概念和定律,电路的等效变换,线性电路的一般分析方法,变压器、电动机的控制电路等;模拟电子技术基础主要研究基本电子元器件、基本模拟电子线路及简单功能器件;数字电子技术基础主要研究逻辑代数基础、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、半导体存储器等相关知识。这三门课程是工科专业学生所必修的基础课程,也都是实践性很强的课程。而实验课可加深理论理解和验证课本的理论知识,提高学生识别元件、搭接电路、分析电路、设计电路的实际水平,为后续课程的实验打下良好的基础,是本科教学任务中至关重要的一个环节。

鉴于上述原因,目前本科院校的机械、电子、电气及其他相关的工科专业都开设了这三门课程,且这三门课程的实验所占的比重较大。为此,本书在实验内容上充分考虑到专业的需要,无论是电类还是非电类专业,都可从中选择课程所需的实验项目,保证学生在每一次的实验课中都能学到知识,为培养应用型人才打下基础。

本书的实验内容编排主要依据相关专业学生的培养目标以及教材内容而定,主要包括三大部分的实验,分别是电路与电工技术实验、模拟电子技术实验及数字电子技术实验。实验项目从基础的验证性实验到综合设计性实验,内容由浅入深。每个实验项目都简要介绍了该实验所涉及的理论知识,并以此知识点安排相关的实验内容,使学生在做实验的同时能很好地掌握理论知识,提高分析问题和解决问题的能力,满足普通工科院校电类及非电类专业学生对电子基础课程实验的要求。

本书主编为陈寿坤和林建华,副主编为张琨英和郑清兰,参编人员有许书烟、于雷、安玲玲和苏燕云。全书由陈寿坤负责统稿,林建华、张琨英和郑清兰负责审阅全稿。

本实验教材可作为高等院校电类及非电类专业电工学、电工与电子技术、模拟电子技术等课程的配套实验指导书,也可供有关工程技术人员参考。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正,以便今后不断改进。

编者

2018年5月

目 录

第一部分 电路与电工技术实验

第一章 基础实验	1
实验一 电位、电压的测定及电路电位图的绘制	1
实验二 受控源 VCVS、VCCS、CCVS、CCCS 的特性测量	4
实验三 基尔霍夫定律	10
实验四 叠加原理	12
实验五 戴维南定理	15
实验六 RC 一阶电路的响应测试	18
实验七 用三表法测量电路等效参数	21
实验八 日光灯电路及功率因数的提高	24
实验九 RLC 串联谐振电路的研究	27
实验十 互感电路的测量	30
实验十一 三相交流电路的研究	34
实验十二 三相电路功率的测量	38
实验十三 三相鼠笼式异步电动机正反转控制	44
实验十四 三相鼠笼式异步电动机 Y- Δ 降压启动控制	48
实验十五 三相异步电动机顺序控制电路	52
第二章 综合设计性实验	54
实验十六 直流电路基本原理的综合实验	54
实验十七 二阶动态电路响应的研究	56
实验十八 单相电度表的校验	58
实验十九 卧式车床电气控制电路的设计	61

第二部分 模拟电子技术实验

第三章 实验操作基础	63
第一节 模拟电路实验箱	63
第二节 数字万用表	64
第三节 双路直流稳压电源	66
第四节 晶体管毫伏表	68
第五节 数字存储示波器	70

第六节 函数信号发生器	73
第四章 基础实验	75
实验一 常用电子仪器仪表的使用(一)	75
实验二 常用电子仪器仪表的使用(二)	79
实验三 晶体管共射极单管放大电路	83
实验四 负反馈放大电路	88
实验五 射极跟随器	93
实验六 差动放大电路	97
实验七 集成运算放大器指标测试	101
实验八 模拟运算电路	107
实验九 有源滤波器	112
实验十 RC 正弦波振荡电路	117
实验十一 低频功率放大器	121
实验十二 LC 正弦波振荡器	125
第五章 综合性实验	128
实验十三 串联型晶体管稳压电源	128
实验十四 简易集成函数信号发生器的组装	131
实验十五 波形发生器	134
实验十六 晶闸管可控整流电路	138
实验十七 集成功率放大器	143

第三部分 数字电子技术实验

第六章 基础实验	147
实验一 晶体管开关特性、限幅器与钳位器	147
实验二 TTL 与非门静态参数和逻辑功能测试	152
实验三 组合逻辑电路的设计	156
实验四 译码器实验	160
实验五 数据选择器实验	164
实验六 JK 触发器的逻辑功能测试	167
实验七 移位寄存器及其应用	173
实验八 异步计数器连接法	179
实验九 中规模集成电路计数器的应用	183
实验十 555 时基电路的应用	186
第七章 综合设计性实验	189
实验十一 多路抢答器的设计	189
实验十二 闪光灯电路的设计	191
实验十三 长时间定时电路的设计	193
实验十四 键控振荡器电路的设计	194

实验十五 数字电子秒表的设计.....	195
---------------------	-----

第四部分 附 录

附录 I 实验报告书写示例.....	197
附录 II 常用集成电路引脚功能图.....	201
附录 III D26-W 单相功率表简介	206
参考文献.....	208

第一部分 电路与电工技术实验

第一章 基础实验

实验一 电位、电压的测定及电路电位图的绘制

一、实验目的

- 1. 验证电路中电位的相对性和电压的绝对性。
- 2. 掌握电路电位图的绘制方法。

二、实验原理

在一个闭合电路中,各点电位的高低视所选的电位参考点的不同而改变,但任意两点间的电位差(即电压)则是绝对的,它不因参考点的变动而改变。

电位图是一种在平面坐标一、四两象限内的折线图,其纵坐标为电位值,横坐标为各被测点。要绘制某一电路的电位图,先以一定的顺序对电路中各被测点编号。以图 1.1 的电路为例,如图中的 A~F,先在坐标横轴上按顺序、均匀间隔标上 A、B、C、D、E、F、A;再根据测得的各点电位值,在各点所在的垂直线上描点;最后用直线依次连接相邻两个电位点,即得该电路的电位图。

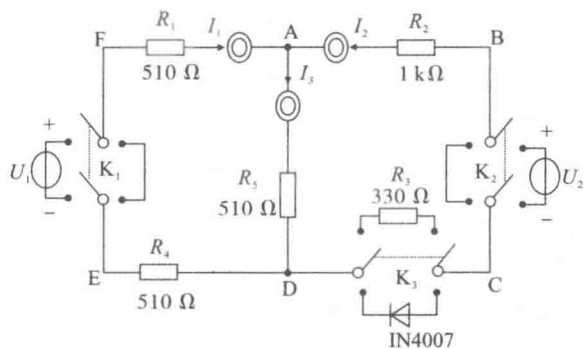


图 1.1 电路接线示意

在电位图中,任意两个被测点的纵坐标值之差即为该两点之间的电压值。
在电路中,电位参考点可任意选定。对于不同的参考点,所绘出的电位图形是不同的,

但各点的电位变化规律是一样的。

三、实验设备

实验设备见表 1.1。

表 1.1 实验设备

序 号	名 称	型号与规格	数 量	备 注
1	直流可调稳压电源	0~30 V	两路	
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

四、实验内容

利用 DGJ-03 实验挂箱上的“基尔霍夫定律/叠加原理”线路,按图 1.1 接线。

- 1. 分别将两路直流可调稳压电源接入电路,令 $U_1=6\text{ V}$, $U_2=12\text{ V}$ (先调准输出电压值,再接入实验线路中)。学生也可自主选取 U_1 、 U_2 的电压值(在 0~30 V 范围内)。
- 2. 以图 1.1 中的 A 点作为电位的参考点,分别测量 B、C、D、E、F 各点的电位值 φ 及相邻两点之间的电压值 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CD} 、 U_{DE} 、 U_{EF} 及 U_{FA} ,数据列于表 1.2。
- 3. 以 D 点作为参考点,重复实验内容 2 的测量,测得数据列于表 1.2。

表 1.2 数据记录

电 位 参考点	φ 与 U	φ_A	φ_B	φ_C	φ_D	φ_E	φ_F	U_{AB}	U_{BC}	U_{CD}	U_{DE}	U_{EF}	U_{FA}
A	计算值												
	测量值												
	相对误差												
D	计算值												
	测量值												
	相对误差												

五、实验注意事项

- 1. 本实验线路板系多个实验通用,本次实验中不使用电流插头。DGJ-03 上的 K_3 应拨向 330 Ω 侧,3 个故障按键均不得按下。
- 2. 测量电位时,用指针式万用表的直流电压挡或数字直流电压表测量时,负表棒(黑色)接参考电位点,正表棒(红色)接被测各点。若指针正向偏转或数显表显示正值,则表明该点电位为正(即高于参考点电位);若指针反向偏转或数显表显示负值,应调换万用表的表

棒,然后读出数值,此时在电位值之前应加一负号(表明该点电位低于参考点电位)。数显表也可不调换表棒,直接读出负值。

六、预习思考题

电压和电位是同一个概念吗?若不同,则各代表什么?

七、实验报告

1. 根据实验数据,绘制两个电位图形,并对照观察各对应两点间的电压情况。两个电位图的参考点不同,但各点的相对顺序应一致,以便对照。
2. 完成数据表格中的计算,并对误差进行必要的分析。
3. 总结电位相对性和电压绝对性的结论。
4. 心得体会及其他。

实验二 受控源 VCVS、VCCS、CCVS、CCCS 的特性测量

一、实验目的

通过测试受控源的外特性及其转移参数,进一步理解受控源的物理概念,加深对受控源的认识和理解。

二、实验原理

1. 电源有独立源(如电池、发电机等)与非独立源(或称为受控源)之分。

受控源与独立源的不同点是:独立源的电势 E 或电流 I 是某一固定的数值或是时间的某一函数,它不随电路其余部分的状态而变。而受控源的电势或电流则是随电路中另一支路的电压或电流而变的。

受控源又与无源元件不同,无源元件两端的电压和它自身的电流有一定的函数关系,而受控源的输出电压或电流则和另一支路(或元件)的电流或电压有某种函数关系。

2. 独立源与无源元件是二端器件,受控源则是四端器件,或称为双口元件。受控源有一对输入端(U_1 、 I_1)和一对输出端(U_2 、 I_2),输入端可以控制输出端电压或电流的大小,施加于输入端的控制量可以是电压或电流,因而有两种受控电压源,即电压控制电压源(voltage controlled voltage source, VCVS)和电流控制电压源(current controlled voltage source, CCVS),两种受控电流源,即电压控制电流源(voltage controlled current source, VCCS)和电流控制电流源(current controlled current source, CCCS),示意图如图 1.2 所示。

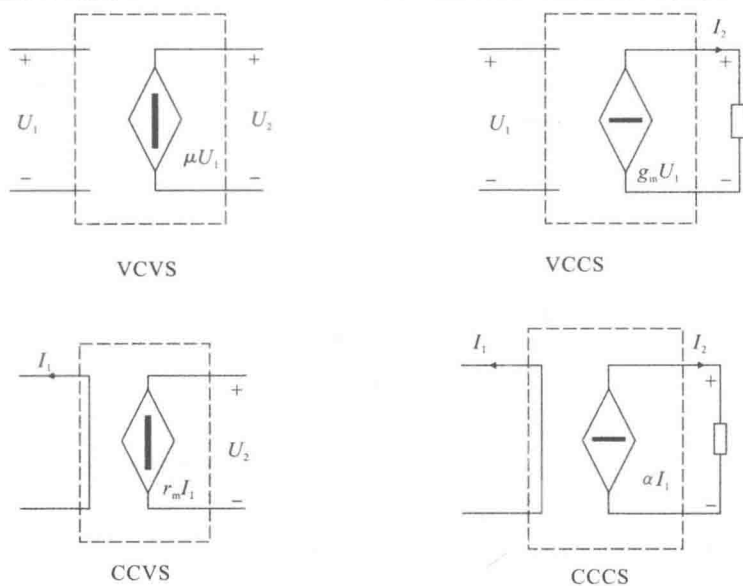


图 1.2 受控源模型

3. 当受控源的输出电压(或电流)与控制支路的电压(或电流)成正比变化时,则称该受控源是线性的。理想受控源的控制支路中只有一个独立变量(电压或电流),另一个独立变量等于零,即从输入口看,理想受控源或者是短路(即输入电阻 $R_1=0$,因而输入电压 $U_1=0$),或者是开路(即输入电导 $G_1=0$,因而输入电流 $I_1=0$);从输出口看,理想受控源或者是一个理想电压源,或者是一个理想电流源。

4. 受控源的控制端与受控端的关系式称为转移函数。

4 种受控源的转移函数参量的定义如下:

(1)电压控制电压源(VCVS), $U_2=f(U_1)$, $\mu=U_2/U_1$ 称为转移电压比(或电压增益)。

(2)电压控制电流源(VCCS), $I_2=f(U_1)$, $g_m=I_2/U_1$ 称为转移电导。

(3)电流控制电压源(CCVS), $U_2=f(I_1)$, $r_m=U_2/I_1$ 称为转移电阻。

(4)电流控制电流源(CCCS), $I_2=f(I_1)$, $\alpha=I_2/I_1$ 称为转移电流比(或电流增益)。

三、实验设备

实验设备见表 1.3。

表 1.3 实验设备

序 号	名 称	型号与规格	数 量	备 注
1	直流可调稳压电源	0~30 V	1	DGJ-01
2	直流可调恒流电源	0~500 mA	1	DGJ-01
3	直流数字电压表	0~200 V	1	DGJ-02
4	直流数字毫安表	0~200 mA	1	DGJ-02
5	可变电阻箱	0~99 999.9 Ω	1	DGJ-05
6	受控源实验电路板		1	DGJ-08

四、实验内容

1. 测量受控源 VCCS 的转移特性 $I_2=f(U_1)$ 及输出特性。

实验线路如图 1.3 所示, U_1 为直流可调稳压电源。

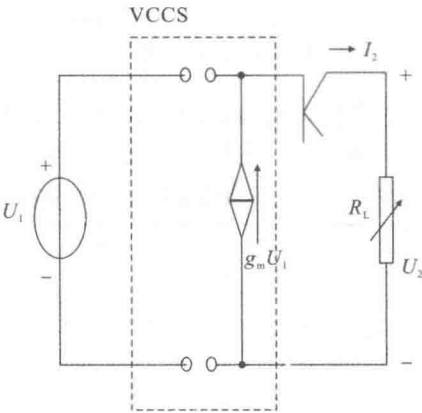


图 1.3 受控源 VCCS

(1)固定 $R_L=2\text{ k}\Omega$,调节直流稳压电源的输出电压 U_1 ,使其在 $0\sim5\text{ V}$ 范围内取值(建议多取几点),测量 U_1 及相应的 I_2 值,数据填入表 1.4 中。

表 1.4 VCCS 转移特性($R_L=2\text{ k}\Omega$)

测量值	U_1/V	0	5
	I_2/mA		
实际 计算值	g_m/S		

(2)保持 $U_1=2\text{ V}$,调节 R_L 从 0 增至 $5\text{ k}\Omega$ (建议多取几点),测量相应的 I_2 及 U_2 值,数据填入表 1.5 中。

表 1.5 VCCS 输出特性($U_1=2\text{ V}$)

$R_L/\text{k}\Omega$	0	5
U_2/V		
I_2/mA		

2. 测量受控源 CCVS 的转移特性 $U_2=f(I_1)$ 及输出特性。

实验线路如图 1.4 所示, I_1 为直流可调恒流电源。

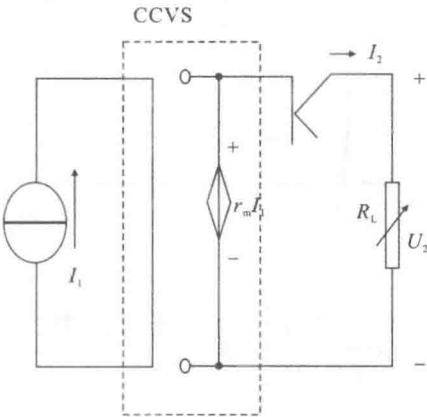


图 1.4 受控源 CCVS

(1)固定 $R_L=2\text{ k}\Omega$,调节直流恒流电源的输出电流 I_1 ,使其在 $0\sim0.8\text{ mA}$ 范围内取值(建议多取几点),测量 I_1 及相应的 U_2 值,数据填入表 1.6 中。

表 1.6 CCVS 转移特性($R_L=2\text{ k}\Omega$)

测量值	I_1/mA	0	0.8
	U_2/V		
实际 计算值	$r_m/\text{k}\Omega$		

(2)保持 $I_1=0.3\text{ mA}$,调节 R_L 从 $1\text{ k}\Omega$ 增至 ∞ (建议多取几点),测量相应的 U_2 及 I_2 值,数据填入表 1.7 中。

表 1.7 CCVS 输出特性($I_1=0.3\text{ mA}$)

$R_L/\text{k}\Omega$	1	∞
U_2/V		
I_2/mA		

3. 测量受控源 VCVS 的转移特性 $U_2=f(U_1)$ 及输出特性。
实验线路是用 CCVS 和 VCCS 两个不同类型的受控源连接而成的,如图 1.5 所示,其中 U_1 为直流可调稳压电源。

(1)固定 $R_L=2\text{ k}\Omega$,调节直流稳压电源的输出电压 U_1 ,使其在 $0\sim6\text{ V}$ 范围内取值(建议多取几点),测量 U_1 及相应的 U_2 值,数据填入表 1.8 中。

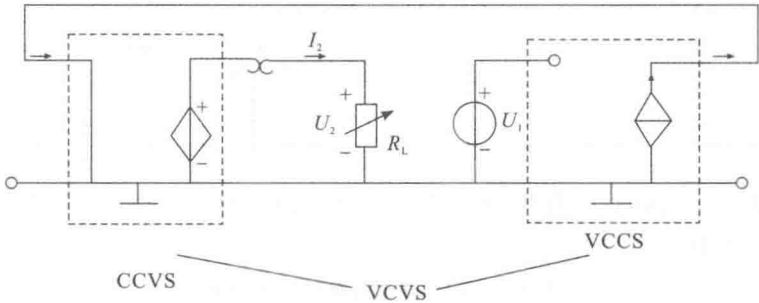


图 1.5 受控源 VCVS

表 1.8 VCVS 转移特性($R_L=2\text{ k}\Omega$)

测量值	U_1/V	0	6
	U_2/V		
实际 计算值	μ		

(2)保持 $U_1=2\text{ V}$,调节 R_L 从 $1\text{ k}\Omega$ 增至 ∞ (建议多取几点),测量相应的 U_2 及 I_2 值,数据填入表 1.9 中。

表 1.9 VCVS 输出特性($U_1=2\text{ V}$)

$R_L/\text{k}\Omega$	1	∞
U_2/V		
I_2/mA		

4. 测量受控源 CCCS 的转移特性 $I_2=f(I_1)$ 及输出特性。
实验线路是用 CCVS 和 VCCS 两个不同类型的受控源连接而成的,如图 1.6 所示, I_1 为直流可调恒流电源。

(1) 固定 $R_L = 2\text{ k}\Omega$, 调节直流恒流电源的输出电流 I_1 , 使其在 $0 \sim 0.8\text{ mA}$ 范围内取值 (建议多取几点), 测量 I_1 及相应的 I_2 值, 数据填入表 1.10 中。

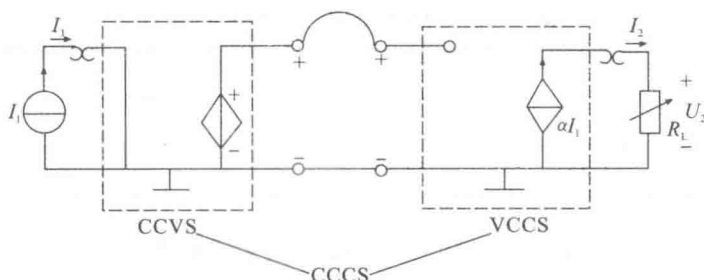


图 1.6 受控源 CCCS

表 1.10 CCCS 转移特性 ($R_L = 2\text{ k}\Omega$)

测量值	I_1/mA	0	0.8
	I_2/mA		
实际 计算值	α		

(2) 保持 $I_1 = 0.3\text{ mA}$, 调节 R_L 从 0 增至 $4\text{ k}\Omega$ (建议多取几点), 测量相应的 I_2 及 U_2 值, 数据填入表 1.11 中。

表 1.11 CCCS 输出特性 ($I_1 = 0.3\text{ mA}$)

$R_L/\text{k}\Omega$	0	4
U_2/V		
I_2/mA		

五、实验注意事项

1. 每次组装线路, 必须事先断开供电电源, 但不必关闭电源总开关。
2. 在用恒流源供电的实验中, 不要使恒流源的负载开路。
3. 如果只有 VCCS 和 CCVS 两种线路, 要做 VCVS 或 CCCS 实验, 须利用 VCCS 和 CCVS 两线路进行适当连接。
4. 本次实验测量的数据较多, 注意及时更换测量仪表的量程, 注意不能用电流表测量 VCVS 和 CCVS 的输出电压。

六、预习思考题

1. 受控源和独立源相比有何异同点?
2. VCVS 受控源, 当输入电压保持不变时, 输出电压有何变化?

七、实验报告

1. 根据实验数据,在坐标纸上分别绘出 4 种受控源的转移特性和负载特性曲线,并求出相应的转移参量。
2. 心得体会及其他。

实验三 基尔霍夫定律

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. 学会用电流插头、插座测量各支路电流,会使用直流电流表和电压表。

二、实验原理

基尔霍夫定律是电路的基本定律。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(Kirchhoff's current law,KCL)和电压定律(Kirchhoff's voltage law,KVL),即对电路中的任意一个节点而言,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。

三、实验设备

实验设备见表 1.12。

表 1.12 实验设备

序 号	名 称	型号与规格	数 量	备 注
1	直流可调稳压电源	0~30 V	两路	DGJ-01
2	万用表	VC9808+	1	自备
3	直流数字电压表	0~200 V	1	DGJ-02
4	电位、电压测定实验电路板		1	DGJ-03

四、实验内容

实验线路如图 1.7 所示,用 DGJ-03 挂箱的“基尔霍夫定律/叠加原理”线路。

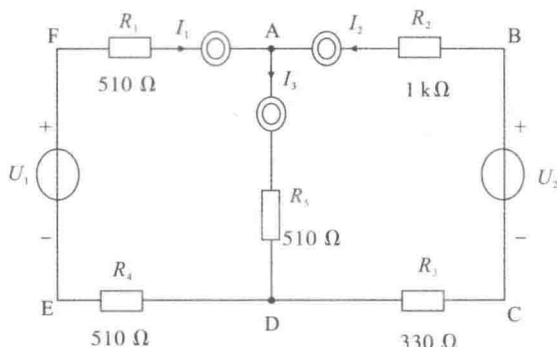


图 1.7 基尔霍夫电路接线示意