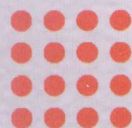


高等学校教材



HIGHER

FOR EDUCATION



电路与电子技术 基础实验及应用

主编 徐 健 房 晔

DIANLU YU DIANZI JISHU JICHU SHIYAN JI YINGYONG

西北工业大学出版社

／ 高等学校教材

电路与电子技术基础 实验及应用

主 编 徐 健 房 晔

西北工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电路与电子技术基础实验及应用/徐健,房晔主编. —西安:西北工业大学出版社,2009.6
ISBN 978-7-5612-2599-8

I. 电… II. ①徐…②房… III. ①电路—实验 ②电子技术—实验 IV. TM13-33
TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 107895 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:陕西宝石兰印务有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:14.875

字 数:362 千字

版 次:2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

定 价:24.00 元

前 言

本书是按照原国家教委批准的“电路”、“模拟电子技术”和“数字电子技术”(简称“三电”)课程教学基本要求中针对实验课的基本要求,并考虑到面向 21 世纪教学改革的要求编写的。

本书在王延年老师 2004 年主编的《电类专业基础实验技术及设计》一书的基础上,经过多年教学实践,并紧随电子技术最新发展及国家建设对人才的新要求,将原教材的内容进行了全新的调整和改编。

“三电”系列实验技术是电类专业本科学生基本训练的一个重要环节。通过这一训练平台和近两年的学习时间,在电工电子仪器、仪表,实验装置,电路的设计、组成,测试方法,数据处理和撰写技术工作报告诸方面,学生可得到全面、系统的训练。最后,综合实验和课程设计,使学生初步具备电工电子线路设计和制作的能力,为下一步进入电子实习等打下良好的基础。

全书共分 7 章:第 1 章为电路原理实验;第 2 章为模拟电子技术实验;第 3 章为数字电子技术实验;第 4 章为电子技术课程设计,新添了电子技术课程报告的撰写要求和格式,以及课程设计报告范文实例的内容,以利于对学生的课程设计报告进行规范性的引导;第 5 章为电路仿真软件 Multisim 9 概述及基本操作;第 6 章为实验须知,包括实验注意事项、要求和各种元器件的识别及测试方法;第 7 章为电工电子技术实验常用仪器及设备的使用和操作。

本书可作为自动化、电气工程及其自动化、电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、测控技术与仪器、机械设计及其自动化、应用物理等专业电类实验课的教材。

徐建,房晔任主编。徐健、房晔、王延年、潘勇、刘钟燕、贺晓莉、张博、周湛参与了本书的编写工作。其中,徐健、房晔、王延年负责统稿及审定。

限于我们的水平和经验,在教材的编审工作中可能存在不少缺点和不足,希望使用本教材的教师、学生以及广大读者提出批评和建议,以便今后的修订,使教材质量不断提高。

编 者

2009 年 5 月

目 录

第 1 章 电路原理实验	1
1.1 电路元件伏安特性的测试	1
1.2 受控源 VCVS, VCCS, CCVS, CCCS 的实验	4
1.3 双口网络的参数测定	12
1.4 基尔霍夫定律的验证	15
1.5 叠加原理的验证	17
1.6 戴维南定理——有源二端网络等效参数的测定	19
1.7 典型电信号的观察及 RC 一阶电路的响应测试	23
1.8 二阶动态电路响应的研究	28
1.9 用三表法测量电路元件等效参数	30
1.10 功率因数的提高	34
1.11 RC 选频网络特性测试	38
1.12 RLC 串联谐振电路的研究	41
1.13 交流电路中的互感	43
1.14 三相交流电路	47
第 2 章 模拟电子技术实验	53
2.1 电子技术常用实验仪器的使用练习	53
2.2 单级晶体管阻容耦合放大电路	57
2.3 多级阻容耦合负反馈放大电路	60
2.4 差动放大电路	63
2.5 集成运算放大器的线性应用	66
2.6 集成直流稳压电源	68
2.7 二极管、三极管的认识	70
2.8 射极跟随器	73
2.9 场效应管放大电路	75
2.10 功率放大电路	77
2.11 集成运算放大器的应用	79
2.12 正弦波振荡电路	81

2.13	集成运算放大器的非线性应用	84
2.14	分立器件的直流稳压电源	86
第3章	数字电子技术实验	90
3.1	门电路逻辑功能及测试	90
3.2	组合逻辑电路	94
3.3	集成触发器	98
3.4	二-五-十进制异步计数器	102
3.5	十进制同步计数器	104
3.6	555 定时器的应用	107
3.7	综合实验——计数、译码驱动、显示电路	109
3.8	病床呼叫器(编码、译码驱动、显示)电路	111
第4章	电子技术课程设计	113
4.1	电子技术课程设计报告模板	113
4.2	电子技术课程设计报告范文	115
4.3	电子技术课程设计题目汇集	121
第5章	电路仿真软件 Multisim 9	134
5.1	Multisim 9 基本操作	134
5.2	Multisim 9 的基本分析方法	154
第6章	实验须知	175
6.1	实验要求	175
6.2	实验报告书写形式	176
6.3	常用电路元器件基本参数测量方法	176
6.4	常用电子元器件的标识及部分集成芯片引脚排列	190
第7章	电工电子技术实验常用仪器及设备的使用和操作	206
7.1	电工技术实验常用仪器及设备	206
7.2	函数信号发生器简介	211
7.3	示波器原理及应用	214
7.4	交流毫伏级电压表简介	220
7.5	数字万用表简介	222
7.6	TKM—1A 型模拟电路实验箱	224
7.7	数字电路实验箱	226
7.8	面包板(万用线路板)	229
7.9	常用电子技术实验板	229

第 1 章 电路原理实验

1.1 电路元件伏安特性的测试

一、实验目的

- (1) 学习使用一般电路元件的方法。
- (2) 掌握线性电阻、非线性电阻伏安特性的测试方法。
- (3) 掌握直流电路设备和测量仪表的使用方法。

二、原理说明

任何一个二端电路元件的特性都可通过该元件上的电压 U 与流过该元件的电流 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示,这条曲线称为该元件的伏安特性曲线。

(1) 线性电阻的伏安特性曲线是一条通过坐标原点 $(0,0)$ 的倾斜直线,如图 1.1.1 中曲线 a 所示,该直线斜率的倒数等于该电阻的电阻值。电阻值和电压、电流的大小、方向无关。线性电阻元件具有双向性。

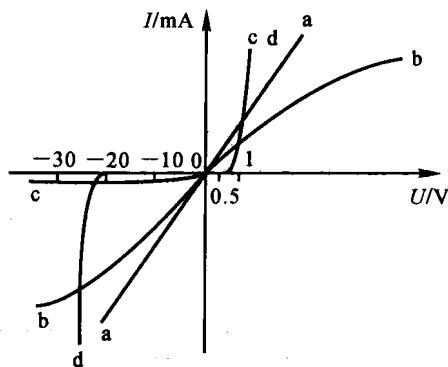


图 1.1.1 元件的伏安特性曲线

(2) 白炽灯的伏安特性如图 1.1.1 中曲线 b 所示。白炽灯在正常工作时,灯丝处于高温状态,其灯丝电阻随着温度的升高而增大,通过它的电流越大,则其温度越高,阻值也越大。白炽灯的“冷电阻”和“热电阻”的阻值可相差几倍至十几倍。白炽灯的伏安特性对称于原点,因而具有双向性。

(3) 半导体二极管是一个非线性电阻元件,其伏安特性如图 1.1.1 中曲线 c 所示。其特性曲线关于原点是不对称的,因而具有明显的方向性。当正向压降很小(一般的锗管约为 $0.2 \sim$

0.3 V,硅管约为 0.5 ~ 0.75 V) 时,正向电流也很小,超过此值正向电流随正向压降的升高而急骤上升;而反向电压从零一直增加到十几至几十伏时,其反向电流增加很小,可粗略地视为零。可见,二极管具有单向导电性,当反向电压加得过高,超过二极管的极限值,则会导致二极管击穿、损坏。

(4) 稳压二极管是一种特殊的半导体二极管,如图 1.1.1 中曲线 d 所示,其正向特性与普通二极管类似,但其反向特性较特别,在反向电压开始增加时,其反向电流几乎为零,但当反向电压增加到某一数值时(称该管的稳压值)电流将突然增加,随后它的端电压将维持恒定,不再随外加反向电压的升高而增大。

三、实验仪器及材料

实验仪器及材料如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 实验仪器及材料

序 号	名 称	型号与规格	数 量	备 注
1	可调直流稳压电源	0 ~ 30 V	1	在 DGJ—05 挂件上
2	直流数字毫安级电流表		1	
3	直流数字电压表		1	
4	二极管	2CP15	1	
5	稳压管	2CW51	1	
6	白炽灯泡	12 V	1	
7	线性电阻器	200 Ω , 1 k Ω	2	

四、实验电路及内容

(1) 测定线性电阻器的伏安特性。关闭相关直流电源,按图 1.1.2 接线,经检查后调节直流稳压电源的输出电压 U ,由 0 V 开始缓慢地增加,记下相应的电压表和电流表的读数,一直到 10 V。注意做反向特性实验时,只要将图 1.1.2 中的电源反接即可。读数记在表 1.1.2 中。

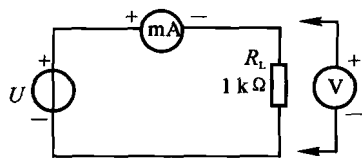


图 1.1.2 实验电路图

表 1.1.2 线性电阻器实验数据记录表

正向 U/V	0	2	4	6	8	10
正向 I/mA						
反向 U/V	0	-2	-4	-6	-8	-10
反向 I/mA						

(2) 测定非线性白炽灯泡的伏安特性。将图 1.1.2 中的 R_L 换成一只 12 V 的小灯泡,重复 (1) 的步骤。读数记在表 1.1.3 中。

表 1.1.3 非线性白炽灯泡实验数据记录表

正向	U_L/V	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
	I/mA													
	U_L/V	1.7	1.8	1.9	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10	11
	I/mA													
反向	$-U_L/V$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
	$-I/mA$													
	$-U_L/V$	1.7	1.8	1.9	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10	11
	$-I/mA$													

(3) 测定半导体二极管的伏安特性。按图 1.1.3 接线, R 为限流电阻, 测二极管 D 的正向特性时, 其正向电流不得超过 25 mA, 正向压降可在 0 ~ 0.75 V 之间取值。特别是在 0.5 ~ 0.75 V 之间更应多取几个测量点, 将读数记录在表 1.1.4 中。做反向特性实验时, 只要将图 1.1.3 中的二极管 D 反接, 将其反向电压逐步加到 30 V 左右。读数记在表 1.1.5 中。

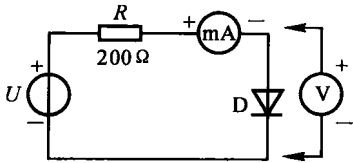


图 1.1.3 实验电路图

表 1.1.4 半导体二极管正向特性实验数据记录表

U_{D+}/V	0	0.2	0.4	0.5	0.55	0.58	0.60	0.62	0.64	0.66	0.68	0.70	0.72	...
I/mA														< 25

表 1.1.5 半导体二极管反向特性实验数据记录表

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只要将图 1.1.3 中的二极管换成稳压二极管, 重复(3) 的步骤。读数记在表 1.1.6 中。

表 1.1.6 稳压二极管实验数据记录表

正向 U/V	0	0.2	0.4	0.5	0.55	0.58	0.6	0.61	0.62	...
正向 I/mA										< 25
反向 U/V	0	-5	-10	-15	-20	-25	...			
反向 I/mA							...			

五、实验注意事项

- (1) 直流稳压电源在实验过程中不得短路。
- (2) 不同实验前,先估算电压值和电流值,选择合适的仪表量程,勿使仪表超量程,仪表的极性亦不可接错。
- (3) 当测二极管正向特性时,稳压电源输出应由最小值开始逐渐增加,注意电流表读数不得超过 25 mA。

六、实验报告

- (1) 根据各实验结果的数据,分别在坐标纸上绘制出光滑的伏安特性曲线。所有电路元件的正、反向特性均要求画在同一个坐标平面内(其中二极管和稳压管的正、反向电压可取不同的比例尺)。
- (2) 根据实验结果,自己归纳被测各元件的特性。
- (3) 必要的误差分析。
- (4) 实验思考及其他。

七、思考题

- (1) 线性电阻与非线性电阻有何区别?电阻器与二极管的伏安特性有何区别?
- (2) 设某元件伏安特性曲线的函数式为 $I = f(U)$,试问在逐点绘制曲线时,其坐标变量应如何放置?
- (3) 稳压二极管与普通二极管有何区别,其用途如何?

1.2 受控源 VCVS, VCCS, CCVS, CCCS 的实验

一、实验目的

- (1) 理解用运算放大器组成 4 种类型受控源线路的原理。
- (2) 测试受控源转移特性及负载特性。

二、原理说明

(1) 运算放大器的电路符号及其等效电路。运算放大器是一个有源三端器件,如图 1.2.1(a) 所示。它有两个输入端和一个输出端,若信号从“+”端输入,则输出信号与输入信号相位相同,故称为同相输入端;若信号从“-”端输入,则输出信号与输入信号相位相反,故称为反相输入端。运算放大器的输出电压为

$$u_o = A_o(u_p - u_n)$$

其中, A_o 是运算放大器的开环电压放大倍数,在理想情况下, A_o 与运算放大器的输入电阻 R_i 均为无穷大,因此有

$$u_p = u_n, i_p = \frac{u_p}{R_{ip}} = 0, i_n = \frac{u_n}{R_{in}} = 0$$

这说明理想运算放大器具有下列三大特征：

- 1) 运算放大器的“+”端与“-”端电位相等,通常称为“虚短路”。
- 2) 运算放大器输入端电流为零,即其输入电阻为无穷大。
- 3) 运算放大器的输出电阻为零。

以上三个重要的性质是分析所有具有运算放大器网络的重要依据。要使运算放大器工作,还须接有正、负直流工作电源(称双电源),有的运算放大器可用单电源工作。

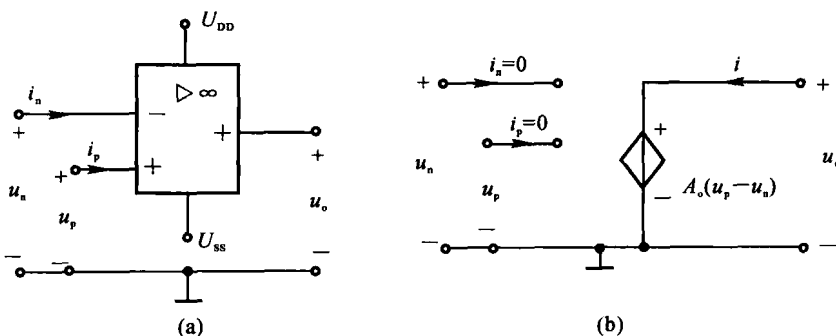


图 1.2.1 运算放大器
(a) 电路符号; (b) 等效电路

(2) 理想运算放大器的电路模型是一个受控源——电压控制电压源(即 VCVS),如图 1.2.1(b) 所示。在它的外部接入不同的电路元件,可构成四种基本受控源电路,以实现输入信号的各种模拟运算或模拟变换。

(3) 所谓受控源,是指其电源的输出电压或电流是受电路另一支路的电压或电流所控制的。当该受控源的电压(或电流)与控制支路的电压(或电流)成正比时,则该受控源为线性的。根据控制变量与输出变量的不同可分为四类受控源,即压控电压源(VCVS)、压控电流源(VCCS)、流控电压源(CCVS)、流控电流源(CCCS)。电路符号如图 1.2.2 所示。理想受控源的控制支路中只有一个独立变量(电压或电流),另一个变量为零,即从输入端口看,理想受控源或是短路(即输入电阻 $R_i = 0$,因而 $u_i = 0$),或是开路(即输入电导 $G_i = 0$,因而输入电流 $i_i = 0$);从输出端口看,理想受控源或是一个理想电压源,或是一个理想电流源。

(4) 受控源的控制端与受控端的关系称为转移函数。4 种受控源转移函数参量的定义如下:

1) 压控电压源(VCVS): $U_2 = f(U_1)$ 。 $\mu = \frac{U_2}{U_1}$ 称为转移电压比(或电压增益)。

2) 压控电流源(VCCS): $I_2 = f(U_1)$ 。 $g = \frac{I_2}{U_1}$ 称为转移电导。

3) 流控电压源(CCVS): $U_2 = f(I_1)$ 。 $r = \frac{U_2}{I_1}$ 称为转移电阻。

4) 流控电流源(CCCS): $I_2 = f(I_1)$ 。 $\beta = \frac{I_2}{I_1}$ 称为转移电流比(或电流增益)。

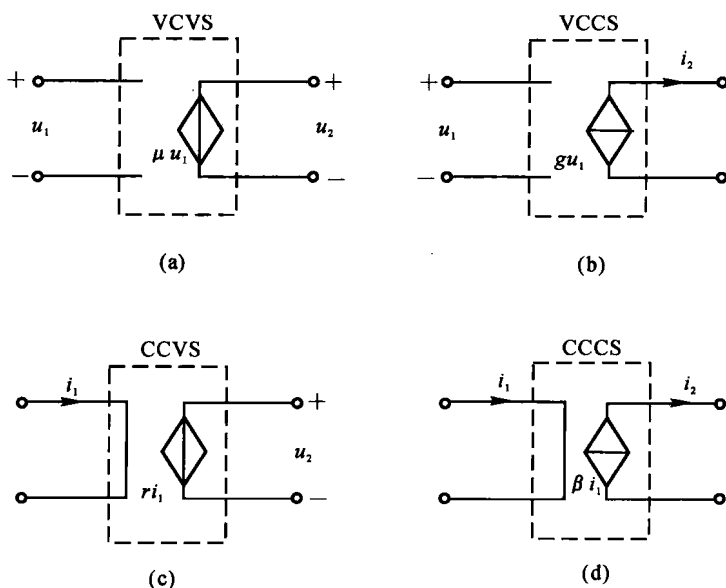


图 1.2.2 四类受控源

(5) 用运算放大器构成 4 种类型基本受控源的线路原理分析。

1) 压控电压源 (VCVS): 如图 1.2.3 所示。根据运算放大器的虚短路特性, 有

$$u_p = u_n = u_1, \quad i_2 = \frac{u_n}{R_2} = \frac{u_1}{R_2}$$

又因运算放大器内阻为 ∞ , 所以有

$$i_2 = i_1$$

因此

$$u_2 = i_1 R_1 + i_2 R_2 = i_2 (R_1 + R_2) = \frac{u_1}{R_2} (R_1 + R_2) = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) u_1$$

即运算放大器的输出电压 u_2 只受输入电压 u_1 的控制, 与负载 R_L 的大小无关。电路模型如图 1.2.2(a) 所示。转移电压比 μ 为

$$\mu = \frac{u_2}{u_1} = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

式中, μ 为无量纲量, 又称为电压放大倍数。这里的输入、输出有公共接地点, 这种连接方式称为共地连接。

2) 压控电流源 (VCCS): 将图 1.2.3 的 R_1 看成一个负载电阻 R_L , 如图 1.2.4 所示, 即成为压控电流源 VCCS。此时, 运算放大器的输出电流为

$$i_L = i_R = \frac{u_n}{R} = \frac{u_1}{R}$$

即运算放大器的输出电流只受输入电压 u_1 的控制, 与负载 R_L 大小无关。电路模型如图 1.2.2(b) 所示。转移电导 g 为

$$g = \frac{i_L}{u_1} = \frac{1}{R}$$

式中, g 具有电导的量纲, 单位为 S。

这里的输入、输出无公共接地点, 这种连接方式称为浮地连接。

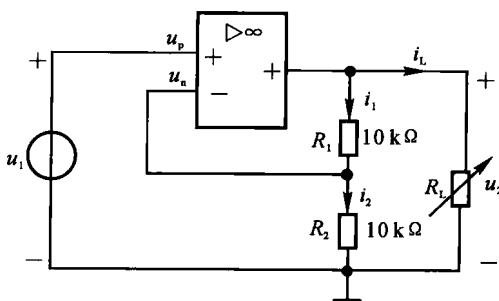


图 1.2.3 压控电压源

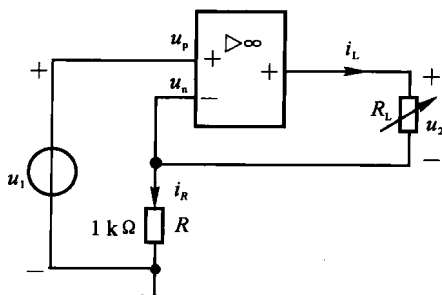


图 1.2.4 压控电流源

3) 流控电压源 (CCVS): 如图 1.2.5 所示。由于运算放大器的“+”端接地, 因此 $u_p = 0$, “-”端电压 u_n 也为零, 此时运算放大器的“-”端称为虚地点。显然, 流过电阻 R 的电流 i_1 就等于网络的输入电流 i_s 。此时, 运算放大器的输出电压 $u_2 = -i_1 R = -i_s R$, 即输出电压 u_2 只受输入电流 i_s 的控制, 与负载 R_L 大小无关。电路模型如图 1.2.2(c) 所示。转移电阻 r 为

$$r = \frac{u_2}{i_s} = -R$$

式中, r 为电阻的量纲, 单位为 Ω , 此电路输入、输出为共地连接。

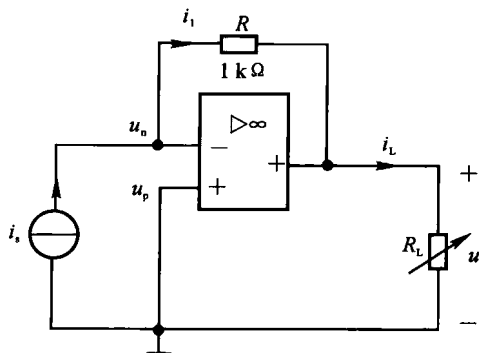


图 1.2.5 流控电压源

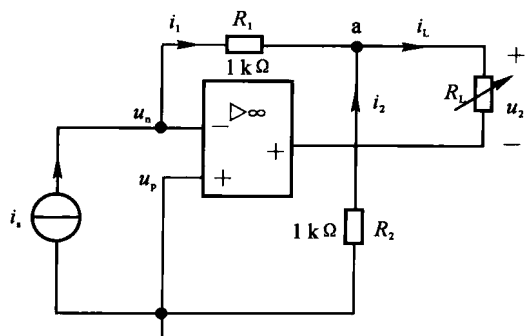


图 1.2.6 流控电流源

4) 流控电流源 (CCCS): 如图 1.2.6 所示。有下列关系式成立:

$$u_a = -i_2 R_2 = i_1 R_1$$

$$i_L = i_1 + i_2 = i_1 + \frac{R_1}{R_2} i_1 = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) i_1 = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) i_s$$

即运算放大器的输出电流 i_L 只受输入电流 i_s 的控制, 与负载 R_L 大小无关。电路模型如图 1.2.2(d) 所示。转移电流比 β 为

$$\beta = \frac{i_L}{i_s} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

式中, β 为无量纲量, 又称为电流放大倍数。此电路为输入、输出浮地连接。

三、实验仪器及材料

实验仪器及材料如表 1.2.1 所示。

表 1.2.1 实验仪器及材料

序 号	名 称	型号与规格	数 量	备 注
1	可调直流恒流源			
2	可调直流稳压电源	0 ~ 30 V	1	
3	直流数字毫安级电流表		1	
4	直流数字电压表		1	
5	受控源实验线路板		1	
6	可调电阻箱	0 ~ 99 999.9 Ω	1	

四、实验电路及内容

在本次实验中,受控源全部采用直流电源激励,对于交流电源或其他电源激励,实验结果是一样的。

(1) 测量受控源 VCVS 的转换特性 $U_2 = f(U_1)$ 及负载特性 $U_2 = f(I_L)$ 。实验线路如图 1.2.7 所示。其中, U_1 为可调直流稳压电源, R_L 为可调电阻箱。

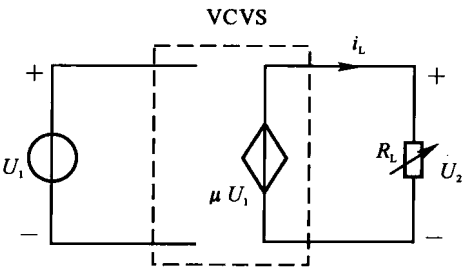


图 1.2.7 实验线路图

1) 固定 $R_L = 2 \text{ k}\Omega$, 调节直流稳压电源输出电压 U_1 , 使其在 0 ~ 6 V 范围内取值, 测量 U_1 及相应的 U_2 值, 绘制 $U_2 = f(U_1)$ 曲线, 并由其线性部分求出转移电压比 μ 。读数记入表 1.2.2 中。

表 1.2.2 实验数据记录表

测量值	U_1/V	
	U_2/V	
实验计算值	μ	
μ 理论计算值	μ	

2) 保持 $U_1 = 2 \text{ V}$, 令 R_L 阻值从 1 k Ω 增至 ∞ , 测量 U_2 及 I_L , 绘制 $U_2 = f(I_L)$ 曲线。读数记入表 1.2.3 中。

表 1.2.3 实验数据记录表

$R_L/k\Omega$	
U_2/V	
I_L/mA	

(2) 测量受控源 VCCS 的转移特性 $I_L = f(U_1)$ 及负载特性 $I_L = f(U_2)$ 。实验线路如图 1.2.8 所示。

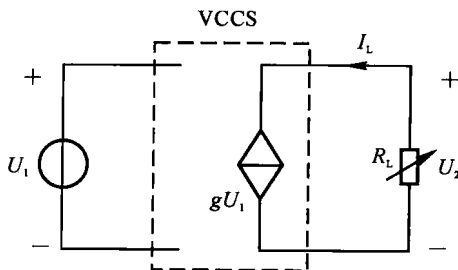


图 1.2.8 实验线路图

1) 固定 $R_L = 2\text{ k}\Omega$, 调节直流稳压电源输出电压 U_1 , 使其在 $0 \sim 5\text{ V}$ 范围内取值。测量 U_1 及相应的 I_L 值, 绘制 $I_L = f(U_1)$ 曲线, 并由其线性部分求出转移电导 g 。读数记入表 1.2.4 中。

表 1.2.4 实验数据记录表

测量值	U_1/V	
	I_L/mA	
实验计算值	g/S	
理论计算值	g/S	

2) 保持 $U_1 = 2\text{ V}$, 令 R_L 阻值从 $1\text{ k}\Omega$ 增至 ∞ , 测量相应的 I_L 及 U_2 , 绘制 $I_L = f(U_2)$ 曲线。读数记入表 1.2.5 中。

表 1.2.5 实验数据记录表

$R_L/k\Omega$	
I_L/mA	
U_2/V	

(3) 测量受控源 CCVS 的转移特性 $U_2 = f(I_s)$ 及负载特性 $U_2 = f(I_L)$ 。实验线路如图 1.2.9 所示。其中, I_s 为可调直流恒流源, R_L 为可调电阻箱。

1) 固定 $R_L = 2\text{ k}\Omega$, 调节直流恒流源输出电流 I_s , 使其在 $0 \sim 0.8\text{ mA}$ 范围内取值, 测量 I_s 及相应的 U_2 值, 绘制 $U_2 = f(I_s)$ 曲线, 并由其线性部分求出转移电阻 r 。读数记入表 1.2.6 中。

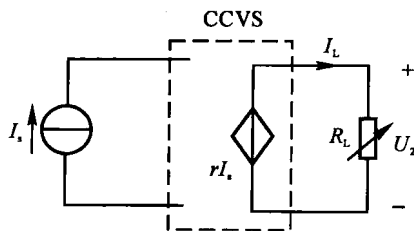


图 1.2.9 实验线路图

表 1.2.6 实验数据记录表

测量值	I/mA	
	U_2/V	
实验计算值	$r/\text{k}\Omega$	
理论计算值	$r/\text{k}\Omega$	

2) 保持 $I_s=0.3\text{ mA}$, 令 R_L 阻值从 $1\text{ k}\Omega$ 增至 ∞ , 测量 U_2 及 I_L , 绘制 $U_2=f(I_L)$ 曲线。读数记入表 1.2.7 中。

表 1.2.7 实验数据记录表

$R_L/\text{k}\Omega$	
U_2/V	
I_L/mA	

(4) 测量受控源 CCCS 的转移特性 $I_L=f(I_s)$ 及负载特性 $I_L=f(U_2)$ 。实验线路如图 1.2.10 所示。

1) 固定 $R_L=2\text{ k}\Omega$, 调节直流恒流源输出电流 I_s , 使其在 $0\sim0.8\text{ mA}$ 范围内取值, 测量 I_s 及相应的 I_L 值, 绘制 $I_L=f(I_s)$ 曲线, 并由其线性部分求出转移电流比 β 。读数记入表 1.2.8 中。

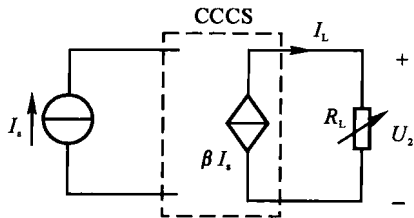


图 1.2.10 实验线路图

表 1.2.8 实验数据记录表

测量值	I_s/mA	
	I_L/mA	
实验计算值	β	
理论计算值	β	

2) 保持 $I_s = 0.3 \text{ mA}$, 令 R_L 阻值从 $1 \text{ k}\Omega$ 增至 ∞ , 测量 I_L 及 U_2 , 绘制负载特性曲线 $I_L = f(U_2)$ 。读数记入表 1.2.9 中。

表 1.2.9 实验数据记录表

$R_L / \text{k}\Omega$	
I_L / mA	
U_2 / V	

五、实验注意事项

- (1) 在实验中, 注意运算放大器的输出端不能与地短接, 输入电压不得超过 10 V 。
- (2) 在用恒流源供电的实验中, 不要使恒流源负载开路。

六、实验报告

- (1) 对有关的思考题作必要的回答。
- (2) 根据实验数据, 在方格纸上分别绘出 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。
- (3) 对实验的结果作出合理的分析并得出结论, 总结对四类受控源的认识和理解。
- (4) 心得体会及其他。

七、思考题

- (1) 参阅有关运算放大器和受控源的基本理论。
- (2) 受控源与独立源相比有何异同点?
- (3) 试比较 4 种受控源的代号、电路模型、控制量与被控制量之间的关系。
- (4) 4 种受控源中的 μ, g, r 和 β 的意义是什么? 如何测得?
- (5) 若令受控源的控制量极性反向, 试问其输出量极性是否发生变化?
- (6) 受控源的输出特性是否适用于交流信号?

注: 不同类型的受控源可以进行级联以形成等效的另一类型的受控源。如受控源 CCVS 与 VCCS 进行适当的连接可组成 CCCS 或 VCVS。如图 1.2.11 及图 1.2.12 所示, 是由 CCVS 及 VCCS 级联后组成的 CCCS 及 VCVS 的电路连接图(本实验受控源进行级联时, VCVS 采用其他连接线路)。

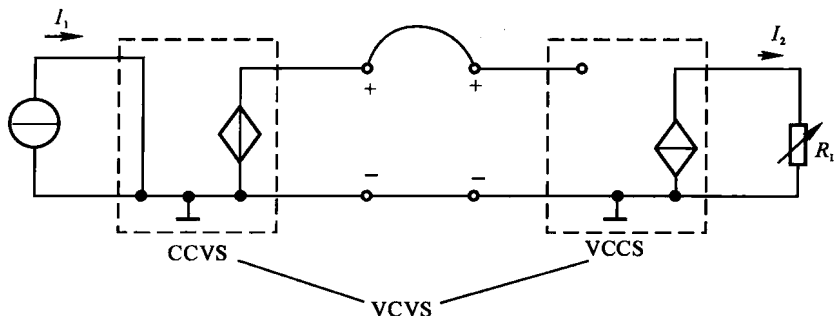


图 1.2.11 级联后组成的 CCCS 电路连接图