



南昌理工學院
Nanchang Institute of Technology

电子与信息学院

电路基础
实验指导书

目 录

电路基础课程实验报告样本（一）	1
电路基础课程实验报告样本（二）	4
电路基础课程实验报告样本（三）	6
电路基础课程实验报告样本（四）	8
电路基础课程实验报告样本（五）	11
电路基础课程实验报告样本（六）	15
电路基础课程实验报告样本（七）	20
电路基础课程实验报告样本（八）	23
电路基础课程实验报告样本（九）	25
电路基础课程实验报告样本（十）	29
电路基础课程实验报告样本（十一）	32
电路基础课程实验报告样本（十二）	35
电路基础课程实验报告样本（十三）	38
电路基础课程实验报告样本（十四）	41
电路基础课程实验报告样本（十五）	44
电路基础课程实验报告样本（十六）	47

电路基础课程实验报告 (一)

[一、实验名称]

直流电路中电位、电压的关系研究

[二、实验目的]

- 1、验证电路中电位与电压的关系。
- 2、掌握电路电位图的绘制方法。

[三、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。据此性质，我们可用一只电压表来测量出电路中各点的电位及任意两点间的电压。

电位图是一种平面坐标一、四象限内的折线图，其纵坐标为电位值，横坐标为各被测点。要制作某一电路的电位图，应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 A~F，并在坐标轴上按顺序、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。用直线依次连接相邻两个电位点，即得该电路的电位图。在电位图中，任意两个被测点的纵坐标值之差即为两点之间的电压值。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，但其各点电位变化的规律却是一样的。

在作电位图或实验测量时必须正确区分电位和电压的高低，按照惯例，是以电流方向上的电压降为正，所以，在用电压表测时，若仪表指针正向偏转，则说明电表正极的电位高于负极的电位。

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V 或 0~12V	1	
2	直流稳压电源	6V、12V	1	
3	万用表	MF500B 或其他	1	
4	直流数字毫安表		1	
5	直流数字电压表		1	

[五、实验内容和过程]

实验线路如图 1-1。

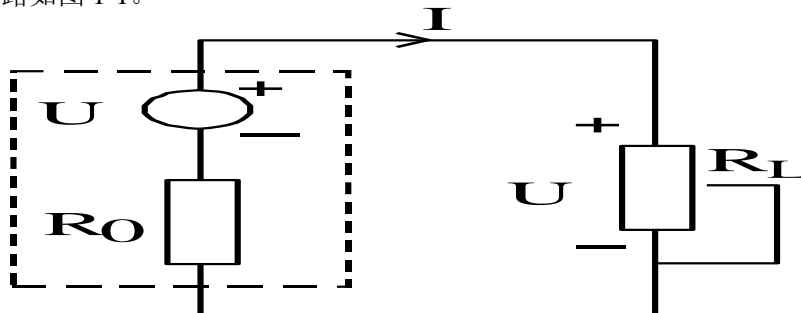


图 1-1

1、分别将两路直流稳压电源接入电路，令 $U_1 = 6V$ ， $U_2 = 12V$ 。（先调整输出电压值，再接入实验线路中。电压应该用万用表测）。

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} ，数据列于表中。

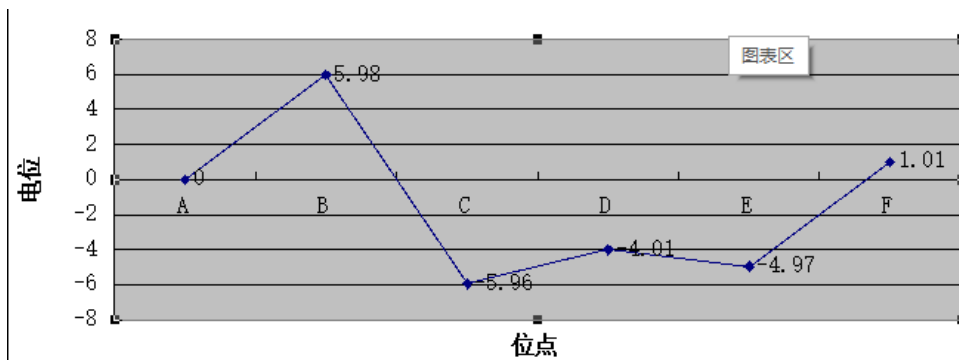
3、以 D 点作为参考点，重复实验内容 2 的测量，测得数据填入表中。

[六、实验结果]

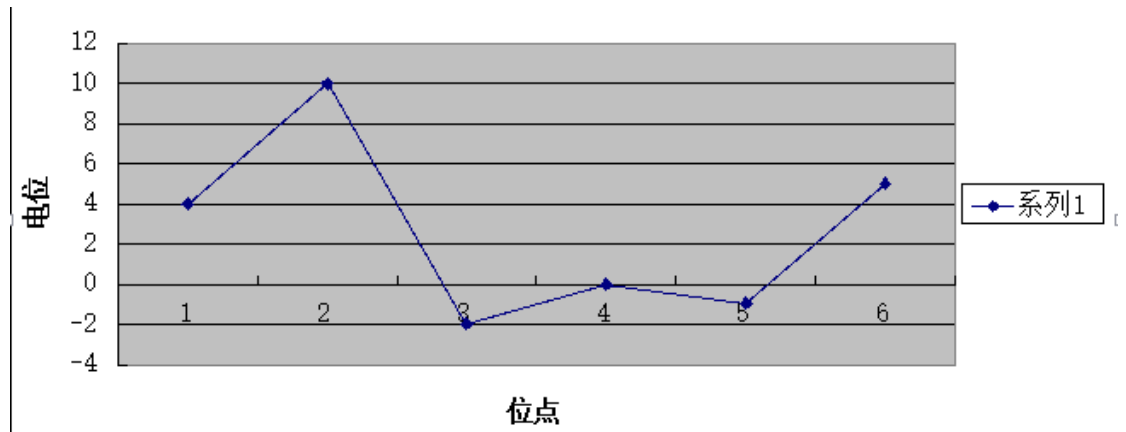
电位参考点	电位参考点	ϕ 与 U	A 点电位 ϕ_A	B 点电位 ϕ_B	C 点电位 ϕ_C	D 点电位 ϕ_D	E 点电位 ϕ_E	F 点电位 ϕ_F	AB 电压 U_{AB}	BC 电压 U_{BC}	CD 电压 U_{CD}	DE 电压 U_{DE}	EF 电压 U_{EF}
A	A	计算值	0	5.98	-6.01	-4.03	-5.01	0.98	-5.98	12.0	-1.97	0.98	-6.00
		测量值	0	5.98	-5.96	-4.01	-4.97	1.01	5.97	11.98	-1.97	0.96	-5.98
		相对误差	0	0.13%	0.86%	0.64%	0.96%	2.85%	0.30%	0.17%	0.30%	2.24%	0.33%
D	D	计算值	4.03	10.0	-1.97	0	-0.98	5.01	5.98	11.9	-1.97	0.98	-6.00
		测量值	4.00	9.99	-1.97	0	-0.94	5.03	5.97	11.98	-1.97	0.96	-5.98
		相对误差	0.89%	0.30%	0.30%	0.00%	4.28%	0.24%	0.23%	0.13%	0.30%	2.24%	0.33%

[七、实验结果分析、讨论]

以 A 点为参考点



以 D 点为参考点



[八、实验结论]

参考电位点选的不同，实验测得各点的电位值也会随着变化；但电压却几乎不变。说明电位是相对量，电压是绝对量。

电路基础课程实验报告 (二)

[一、实验名称]

基尔霍夫电流定律的验证

[二、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普遍性的理解。
- 2、进一步学会使用电压表、电流表。

[三、实验原理]

基尔霍夫定律是电路的基本定律。

基尔霍夫电流定律

对电路中任意节点，流入、流出该节点的代数和为零。即 $\sum I=0$

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V 或 0~12V	1	
2	直流稳压电源	6V 、 12V		
3	万用表	MF500B 或其他	1	
4	直流数字毫安表		1	
5	直流数字电压表		1	

[五、实验内容和过程]

实验线路如图 2-1。

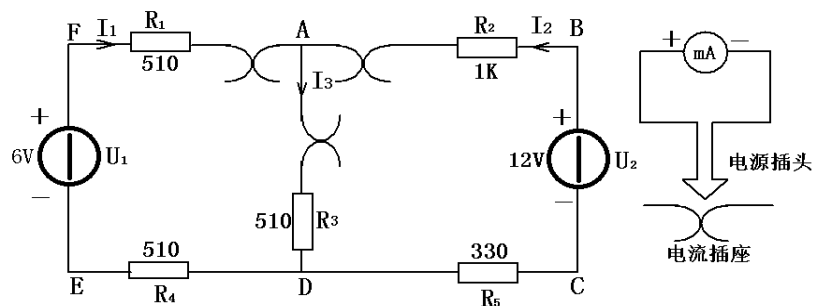


图 2-1

- 1、实验前先任意设定三条支路的电流参考方向，
- 2、按原理的要求，分别将两路直流稳压电源接入电路。
- 3、将电流插头一端接至直流数字毫安表的“+，-”两端。
- 4、将电流插头另一端分别插入三条支路的三个电流插座中，记录电流值于下表。

[六、实验结果]

被测量	E ₁ (V)	E ₂ (V)	I ₁ (mA)	I ₂ (mA)	I ₃ (mA)
计算值	6.00	12.00	1.93	5.99	7.92
测量值	6.00	12.00	2.08	6.38	8.43
相对误差	0%	0%	7.77%	6.51%	6.43%

[七、实验结果分析、讨论]

1)、基尔霍夫定律的计算值:

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad \dots\dots (1)$$

根据基尔霍夫定律列出方程 $(510+510) I_1 + 510 I_3 = 6 \quad \dots\dots (2)$

$$(1000+330) I_3 + 510 I_3 = I_2 \quad \dots\dots (3)$$

解得: $I_1 = 0.00193A$ $I_2 = 0.0059A$ $I_3 = 0.00792A$

根据上表可以看出 I_1 、 I_2 、 I_3 的误差较大。

[八、实验结论]

产生误差的原因主要有:

- 1) 电阻值不等于电路标出值, (以 510Ω 电阻为例, 实测电阻为 515Ω) 电阻误差较大。
- 2) 导线连接不紧密产生的接触误差。
- 3) 仪表的基本误差。

数据中绝大部分相对误差较小(根据具体数据情况描述), 基尔霍夫电流定律是正确的。

电路基础课程实验报告 (三)

[一、实验名称]

基尔霍夫电压定律的验证

[二、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普遍性的理解。
- 2、进一步学会使用电压表、电流表。

[三、实验原理]

基尔霍夫定律是电路的基本定律。

基尔霍夫电压定律

在电路中任一闭合回路，电压降的代数和为零。 即 $\sum U=0$

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V 或 0~12V	1	
2	直流稳压电源	6V、12V		
3	万用表	MF500B 或其他	1	
4	直流数字毫安表		1	
5	直流数字电压表		1	

[五、实验内容和过程]

实验线路如图 3-1。

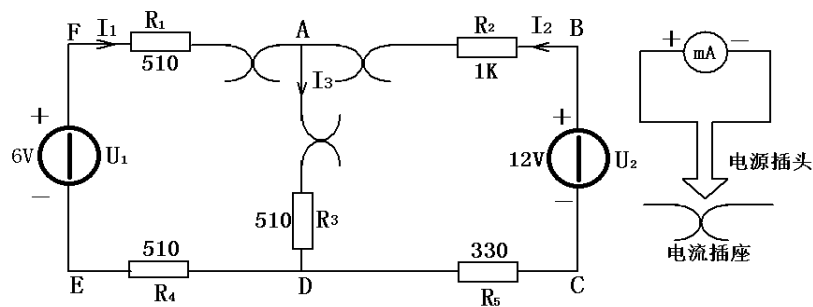


图 3-1

- 1、实验前先任意设定三条支路的电流参考方向，
- 2、按原理的要求，分别将两路直流稳压电源接入电路。
- 3、将电压的两端接至直流数字电压表的“+，-”两端。

[六、实验结果]

被测量	E ₁ (V)	E ₂ (V)	U _{FA} (V)	U _{AB} (V)	U _{AD} (V)	U _{CD} (V)	U _{DE} (V)
计算值	6.00	12.00	0.98	-5.99	4.04	-1.97	0.98
测量值	6.00	12.00	0.98	-5.99	4.04	-1.97	0.98
相对误差	0%	0%	-5.10%	4.17%	-0.50%	-5.58%	-1.02%

[七、实验结果分析、讨论]

1)、基尔霍夫定律的计算值:

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad \dots\dots (1)$$

根据基尔霍夫定律列出方程 $(510+510) I_1 + 510 I_3 = 6 \quad \dots\dots (2)$

$$(1000+330) I_3 + 510 I_3 = 12 \quad \dots\dots (3)$$

解得:

$$U_{FA}=0.98V \quad U_{BA}=5.99V \quad U_{AD}=4.04V \quad U_{DE}=0.98V \quad U_{DC}=1.98V$$

根据上表可以看出 U_{AB}、U_{CD} 的误差较大。

[八、实验结论]

产生误差的原因主要有:

- 1) 电阻值不等于电路标出值, (以 510Ω 电阻为例, 实测电阻为 515Ω) 电阻误差较大。
- 2) 导线连接不紧密产生的接触误差。
- 3) 仪表的基本误差。

数据中绝大部分相对误差较小(根据具体数据情况描述), 基尔霍夫电压定律是正确的。

电路基础课程实验报告（四）

[一、实验名称]

电路元件的伏安特性

[二、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。

[三、实验原理]

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 4-1 中 a 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”的阻值可相差几倍至十几倍，所以它的伏安特性如图 3-1 曲线所示。

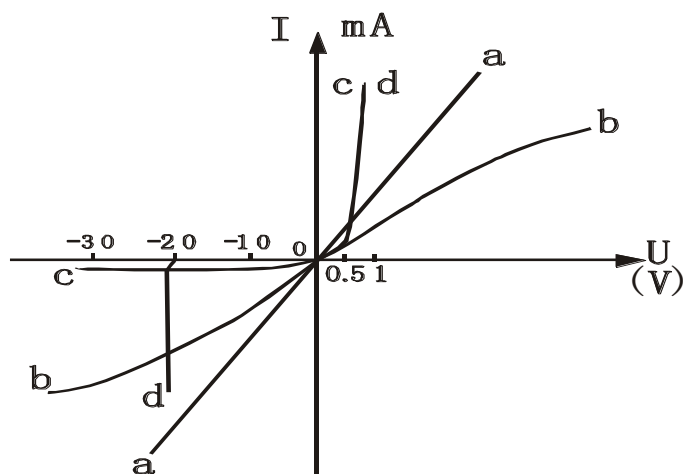


图 4-1

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 3-1 中 c 所示。正向压降很小（一般的锗管约为 $0.2\sim 0.3V$ ，硅管约为 $0.5\sim 0.7V$ ），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多至几十伏时，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 3-1 中 d 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，以后它的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。

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V	1	
2	万用表	FM-47 或其他	1	
3	直流数字毫安表	0~2000mA	1	
4	直流数字电压表	0~200V	1	
5	二极管	IN4007	1	
6	线性电阻器	200Ω, 1KΩ/2W	1	

[五、实验内容和过程]

1. 测定线性电阻器的伏安特性按图 4-2 接线，调节稳压电源的输出电压 U ，从 1 伏开始缓慢地增加，一直到 10V 左右，记下相应的电压表和电流表的读数 U_R 、 I 。

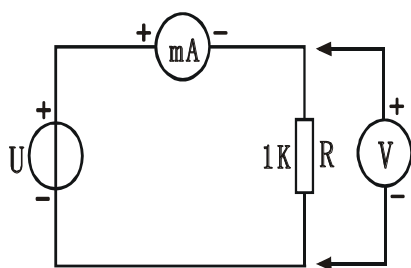


图 4-2

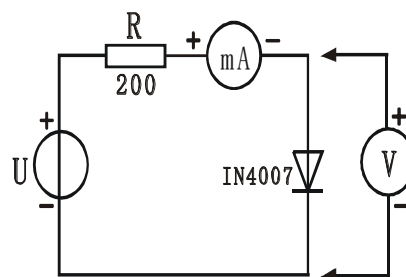


图 4-3

2. 测定半导体二极管 IN4007 的伏安特性按图 4-3 接线， R 为限流电阻。测二极管的正向特性时，其正向电流不得超过 35mA，二极管 D 的正向施压 U_{D+} 可在 0.1~1.0V 之间取值。在 0.5~0.75V 之间应多取几个测量点。测反向特性时，只需将图 4-3 中的二极管 D 反接，且其反向施压 U_{D-} 可达 30V 左右。

[六、实验结果]

1、线性电阻器的伏安特性数据记录 ()

U_R (V)	1.00	2.00	3.01	4.01	5.00	6.00	7.01	8.01	8.98	9.98
I (mA)	1.00	2.01	3.02	4.02	5.02	6.02	7.04	8.05	9.02	10.03

2、二极管正向特性实验数据

U_{D+} (mV)	97.4	197.6	298	345	477	531	565	588	604	617
I (mA)	0	0	0	0	0	0.32	0.66	1.05	1.46	1.90

二极管反向特性实验数据

U_{D-} (mV)	97.4	197	299	398	498	598	699	800	898	1000
I (mA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

[七、实验结果分析、讨论]

1. 线性电阻与非线性电阻的概念是什么？电阻器与二极管的伏安特性有何区别？
2. 电阻器与二极管的伏安特性有何区别？

[八、实验结论]

1. 在误差允许范围内，线性电阻的伏安特性曲线是一条过原点的直线，电压和电流满足欧姆定律，阻值不随电压和电流的变化而变化。
2. 普通二极管是非线性元件，具有单向导电性。

电路基础课程实验报告（五）

[一、实验名称]

电压源与电流源的等效变换

[二、实验目的]

- 1、掌握电源外特性的测试方法。
- 2、验证电压源与电流源等效变换的条件。

[三、实验原理]

1、一个直流稳压电源在一定的电流范围内，具有很小的内阻。故在实用中，常将它视为一个理想的电压源，即其输出电压不随电流而变化。其外特性曲线，即其伏安特性曲线 $U=f(I)$ 是一条平行于 I 轴的直线。一个恒流源在使用中，在一定的电压范围内，可视为一个理想的电流源。

2、一个实际的电压源（或电流源），其端电压（或输出电流）不可能不随负载而变，因为它具有一定的内阻值。故在实验中，用一个小阻值的电阻（或大电阻）与稳压源（或恒流源）相串联（或并联）来模拟一个实际的电压源（或电流源）。

3、一个实际的电源，就其外部特性而言，既可以看成是一个电压源，又可以看成是一个电流源。若视为电压源，则可用一个理想的电压源 U_S 与一个电阻 R_0 相串联的组合来表示；若视为一个电流源，则可用一个理想的电流源 I_S 与一电导 g_0 相并联的组合来表示。如果这两种电源能向同样大小的负载供出同样大小的电流和端电压，则称这两个电源是等效的，即具有相同的外特性。

一个电压源和一个电流源等效变换的条件为：

$$I_S = U_S/R_0, \quad g_0 = 1/R_0 \quad \text{或} \quad U_S = I_S R_0, \quad R_0 = 1/g_0。$$

如图 5-1 所示。

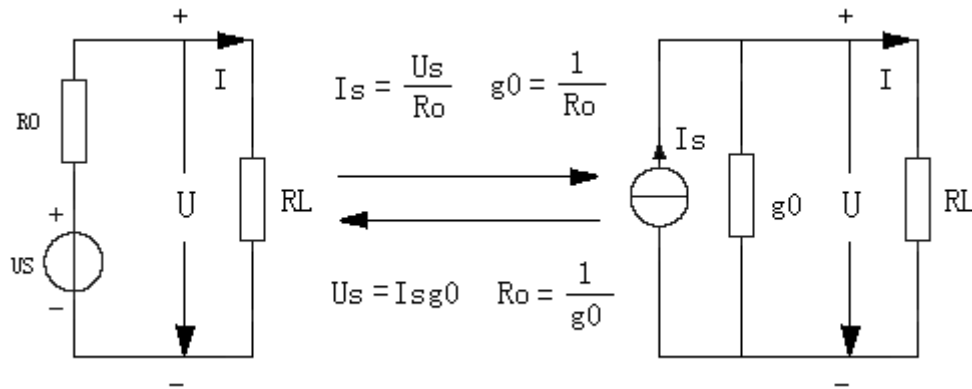


图 5-1

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V 或 0~12V	1	
2	可调直流恒流源		1	
3	万用表	MF500B 或其他	1	

4	直流数字毫安表		1	
5	直流数字电压表		1	
6	电位器	470 Ω	1	

[五、实验内容和过程]

1、测定直流稳压电源与实际电压源的外特性

(1) 按图 5-2(a)接线。U_s 为+6V 直流稳压电源。调节 R₂，令其阻值由大至小变化，记录表 (1) 的读数。

(2) 按图 5-2(b)接线，虚线框可模拟为一个实际的电压源。调节 R₂，令其阻值由大至小变化，记录表(2)的读数。

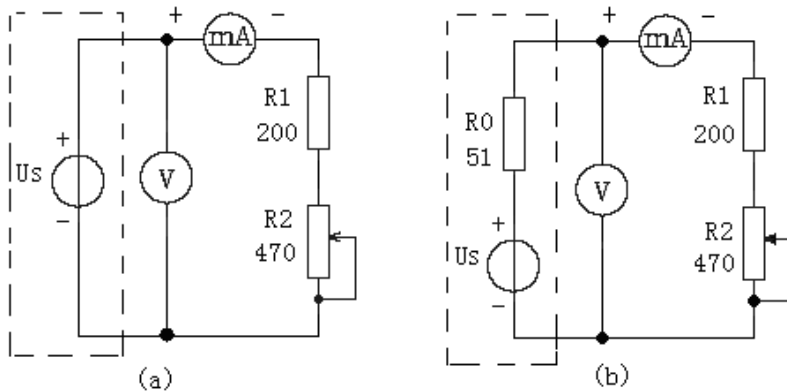


图 5-2

2、测定电流源的外特性

按图 5-3 接线，I_s 为直流恒流源，调节其输出为 10mA，令 R₀ 分别为 200 Ω 和 ∞ (即接入和断开)，调节电位器 R_L (从 0 至 1K Ω)，测出这两种情况下的电压表和电流表的读数。自拟数据表格，记录实验数据。如表 (3)、(4)

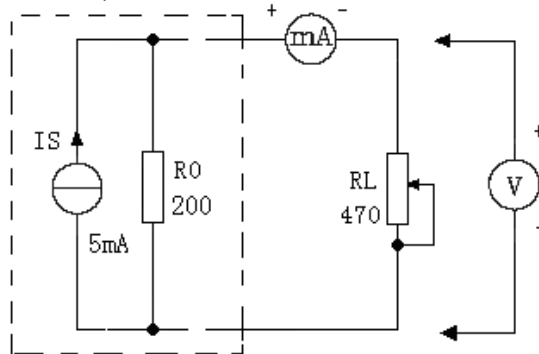


图 5-3

3、测定电源等效变换的条件

先按图 5-4(a)线路接线，U_s 为+6V 直流稳压电源，记录线路中两表的读数。然后再按图 5-4 (b) 接线。调节恒流源的输出电流 I_s。使两表的读数与图 5-4 (a) 时的数值相等，记录 I_s 之值，验证等效变换条件的正确性，如表 (5)。

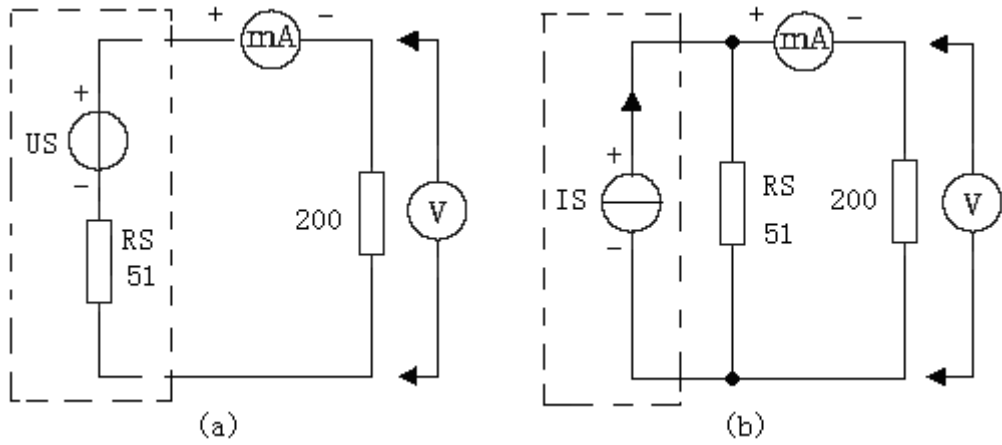


图 5-4

[六、实验结果]

1. 测定电压源的外特性

表 1

$R_2(\Omega)$	200	300	500	800	1000	1500	2000
U(V)	6.01	6.01	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
I(mA)	29.34	19.60	11.96	7.51	6.00	4.02	3.01

表 2

$R_2(\Omega)$	200	300	500	800	1000	1500	2000
U(V)	4.79	5.12	5.44	5.64	5.70	5.80	5.80
I(mA)	23.51	17.12	10.90	7.07	5.76	3.90	2.94

2. 测定电流源的外特性

$R_0 = 1K \Omega$

表 3

$R_L(\Omega)$	200	300	500	800	1000	1500	2000
U(V)	8.73	11.90	17.21	22.87	25.23	26.29	26.88
I(mA)	42.40	39.22	33.90	28.20	25.15	17.42	13.33

$R_0 = \infty$

表 4

$R_L(\Omega)$	200	300	500	800	1000	1500	2000
U(V)	10.56	15.37	25.52	28.14	29.11	30.58	31.44
I(mA)	51.20	51.20	50.60	34.80	29.13	20.33	15.62

3. 测定电源等效变换的条件

表 5

$U_S(V)$	6
U(V)	4.76
I(mA)	23.3
$I_S(mA)$	118.1

[七、实验结果分析、讨论]

1) 因为电压源与电流源都有串联或并联电阻，所以电压源与电流源的外特性呈下降变化趋势，稳压源和恒流源的输出在任何负载下保持恒值。

2) 通过表（5）实验数据，可知电压源和电流源之间可以互换等效，计算如下：

$$\frac{U_s}{R_s} = \frac{6}{51} = 117.6mA \approx I_s$$

$$I_s R_s = 118.1 \times 10^{-3} \times 51 = 6.02V \approx U_s$$

[八、实验结论]

验证了实际电压源和实际电流源的等效变换。

电路基础课程实验报告 (六)

[一、实验名称]

受控源特性测试

[二、实验目的]

- 1、熟悉四种受控电源的基本特性，掌握受控源转移参数的测试方法。
- 2、加深对受控源的认识和理解。

[三、实验原理]

1、电源有独立电源（如电池、发电机等）与非独立电源（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_S 或电激流 I_S 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激流则是随电路中另一支路的电压或电流而变的一种电源。

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。它有一对输入端（ 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 **VCVS** 和电流控制电压源 **CCVS**）和两种受控电流源（即电压控制电流源 **VCCS** 和电流控制电流源 **CCCS**）。它们的示意图见图 4-1。

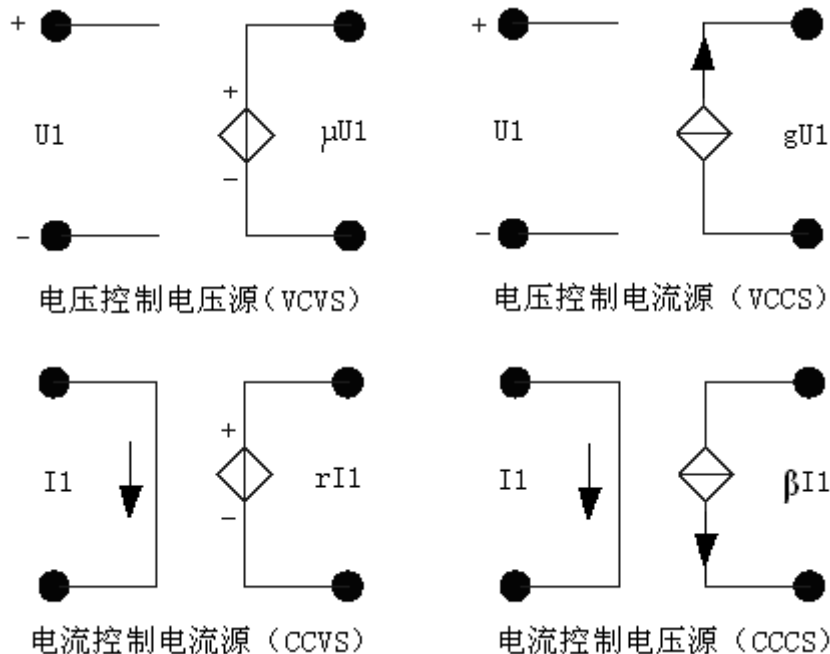


图 6-1

2、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 $U_1 = 0$ ）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，理想受控源或是一个理想电压源或者是一个理想电流源。

4、控制端与受控端的关系式称为转移函数。

四种受控源的转移函数参量的定义如下：

- (1) 压控电压源(VCVS): $U_2 = f(U_1)$, $\mu = U_2/U_1$ 称为转移电压比。
- (2) 压控电流源(VCCS): $I_2 = f(U_1)$, $g_m = I_2/U_1$ 称为转移电导。
- (3) 流控电压源(CCVS): $U_2 = f(I_1)$, $r_m = U_2/I_1$ 称为转移电阻。
- (4) 流控电流源(CCCS): $I_2 = f(I_1)$, $\alpha = I_2/I_1$ 称为转移电流比（或电流增益）。

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源		1	
2	可调恒流源		1	
3	直流数字电压表		1	
4	直流数字毫安表		1	
5	可变电阻箱		1	
6	受控源实验电路板		1	

[五、实验内容和过程]

1、测量受控源 VCVS 的转移特性 $U_2 = f(U_1)$ 及负载特性 $U_2 = f(I_L)$ ，实验线路如图 4-2。

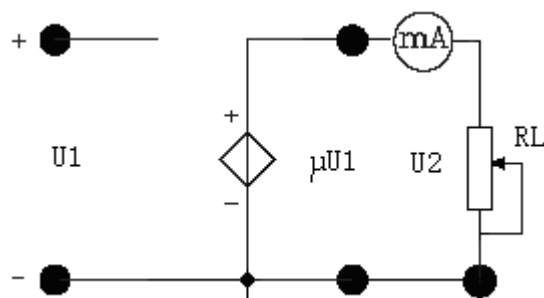


图 6-2

(1) 不接电流表，固定 $R_L = 1K\Omega$ ，调节稳压电源输出电压 U_1 ，测量 U_1 及相应的 U_2 值，记入表 4-1。在方格纸上绘出电压转移特性曲线 $U_2 = f(U_1)$ ，并在其线性部分求出转移电压比 μ 。

(2) 接入电流表，保持 $U_1 = 3V$ ，调节 R_L 可变电阻箱的阻值，测 U_2 及 I_L ，绘制负载特性曲线

$U_2 = f(I_L)$ 。

2、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 4-3。

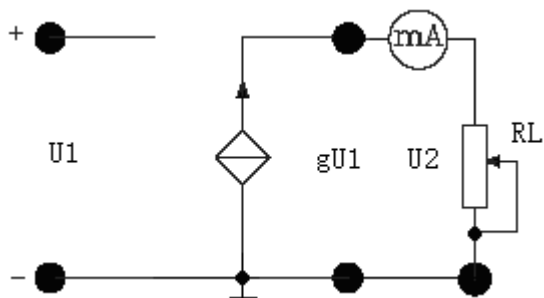


图 6-3

(1) 固定 $R_L = 1K\Omega$ ，调节稳压电源的输出电压 U_1 ，测出相应的 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_m 。

(2) 保持 $U_1 = 3V$ ，令 R_L 从大到小变化，测出相应的 I_L 及 U_2 ，绘制 $I_L = f(U_2)$ 曲线。

3、测量受控源 CCVS 的转移特性 $U_2 = f(I_1)$ 与负载特性 $U_2 = f(I_L)$ ，实验线路如图 4-4。

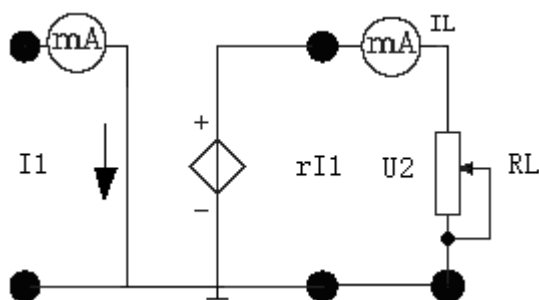


图 6-4

(1) 固定 $R_L = 1K\Omega$ ，调节恒流源的输出电流 I_s ，使其在 $0.05 \sim 0.7mA$ 范围内取 8 个数值，测出 U_2 值，绘制 $U_2 = f(I_1)$ 曲线，并由其线性部分求出转移电阻 r_m 。

(2) 保持 $I_s = 0.5mA$ ，令 R_L 值从 $1K\Omega$ 增至 $8K\Omega$ ，测出 U_2 及 I_L ，绘制负载特性曲线 $U_2 = f(I_L)$ 。

4、测量受控源 CCCS 的转移特性 $I_L = f(I_1)$ 及负载特性 $I_L = f(U_2)$ ，实验线路如图 4-5。

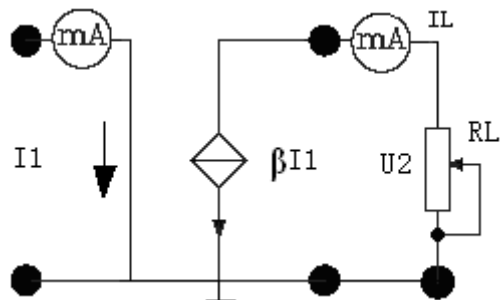


图 6-5

(1) 固定 $R_L = 1K\Omega$ ，调节恒流源的输出电流 I_s ，使其在 $0.05 \sim 0.7mA$ 范围内取 8 个数值，测出 I_L ，绘制 $I_L = f(I_1)$ 曲线，并由其线性部分求出转移电流比 α 。

(2) 保持 $I_s = 0.05mA$ ，令 R_L 值从 $0, 100\Omega, 200\Omega$ 增至 $20K\Omega$ ，测出 I_L ，绘制 $I_L = f(U_2)$ 曲线。

[六、实验结果]

1、由于实验时间有限，仅要求测量两类受控源数据（VCCS 和 CCCS），具体如下：

2、测量受控源 VCCS 的转移特性 $I_L = f(U_1)$ 及负载特性 $I_L = f(U_2)$ 。

U_1 (V)	0.1	0.5	1.0	2.0	3.0	3.5	3.7	4.0	g_m
I_L (mA)	-1.05	-0.48	-1	-2.01	-2.17	-2.17	-2.17	-2.17	1.00

R_L (K Ω)	5	4	2	1	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
I_L (mA)	1.00	1.22	2.08	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
U_2 (V)	-4.99	-4.89	-4.14	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03	-1.03

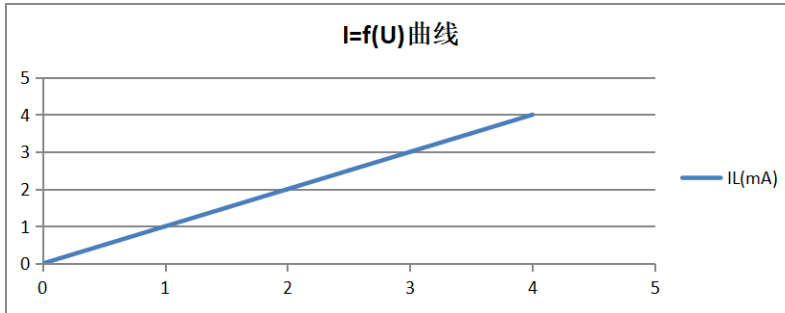
3、测量受控源 CCVS 的转移特性 $U_2 = f(I_1)$ 与负载特性 $U_2 = f(I_L)$ 。

I_S (mA)	0.1	1.0	3.0	5.0	7.0	8.0	9.0	9.5	r_m
U_2 (V)	-0.1	-1	-3	-4.99	-7	-8	-9	-9.5	1

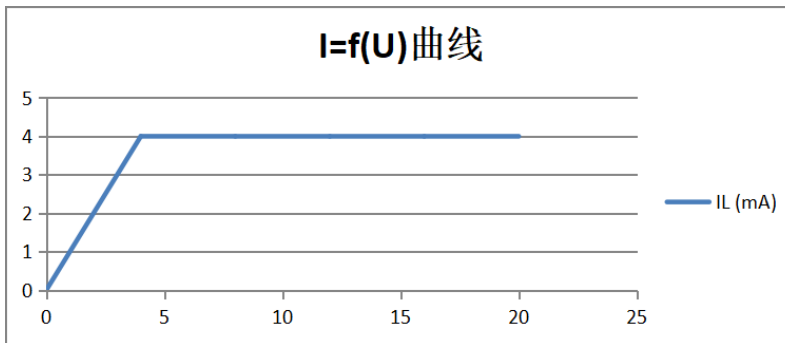
R_L (K Ω)	0.5	1	2	4	6	8	10
U_2 (V)	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
I_L (mA)	3.93	1.99	1.0	0.5	0.5	0.25	0.2

[七、实验结果分析、讨论]

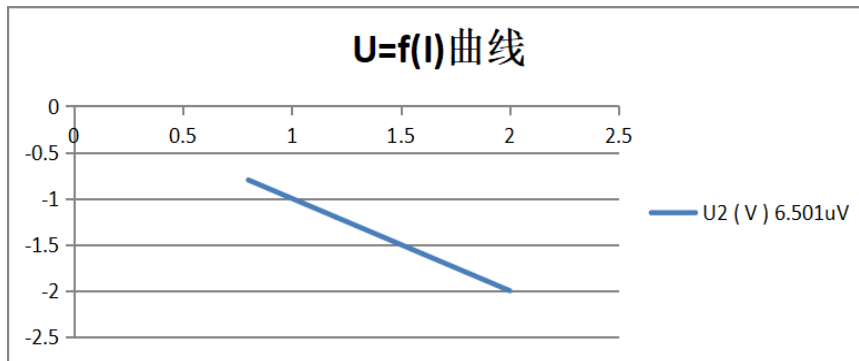
1、受控源 VCCS 的转移特性 $I_L = f(U_1)$ 及负载特性 $I_L = f(U_2)$ ，曲线图如下。



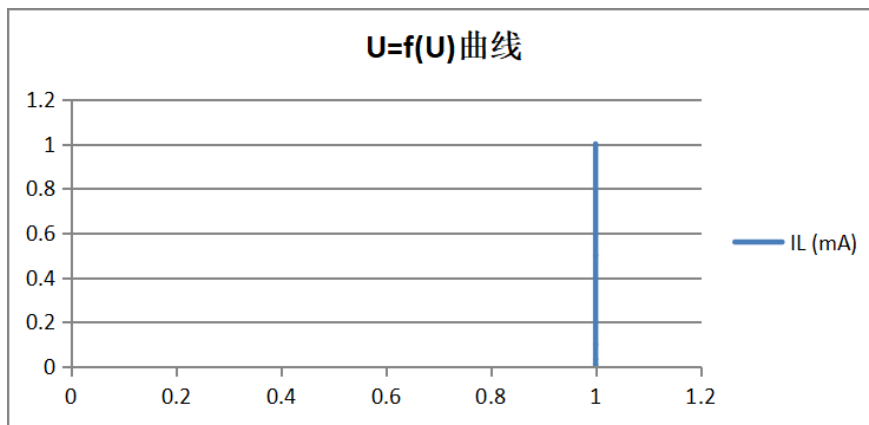
由 $I_L = f(U_1)$ 曲线得：转移电导 $g=1$ 。



2、测量受控源 CCVS 的转移特性 $U_2 = f(I_1)$ 与负载特性 $U_2 = f(I_L)$ ，略。



由转移特性曲线 $U_2=f(I_s)$ 得: $r=1$ 。



[八、实验结论]

受控源受控端口的电流或电压受到控制端口的电流或电压的控制,二者之间存在着某种函数关系。

电路基础课程实验报告 (七)

[一、实验名称]

叠加定理的验证

[二、实验目的]

- 1、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。
- 2、学习复杂电路的连接方法

[三、实验原理]

如果把独立电源称为激励，由它引起的支路电压、电流称为响应，则叠加原理可以简述为：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，可以看成是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。

在含有受控源的线性电路中，叠加定理也是适用的。但叠加定理不适用于功率计算，因为在线性网络中，功率是电压或者电流的二次函数。

线性电路的齐次性是指当激励信号（某独立源的值）增加或减少 K 倍时，电路的响应（即在电路其他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。

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V 或 0~12V	1	
2	直流稳压电源	6V、12V		
3	万用表	MF500B 或其他	1	
4	直流数字毫安表		1	
5	直流数字电压表		1	
6	叠加定理实验电路板		1	

[五、实验内容和过程]

实验线路如图 7-1 所示。

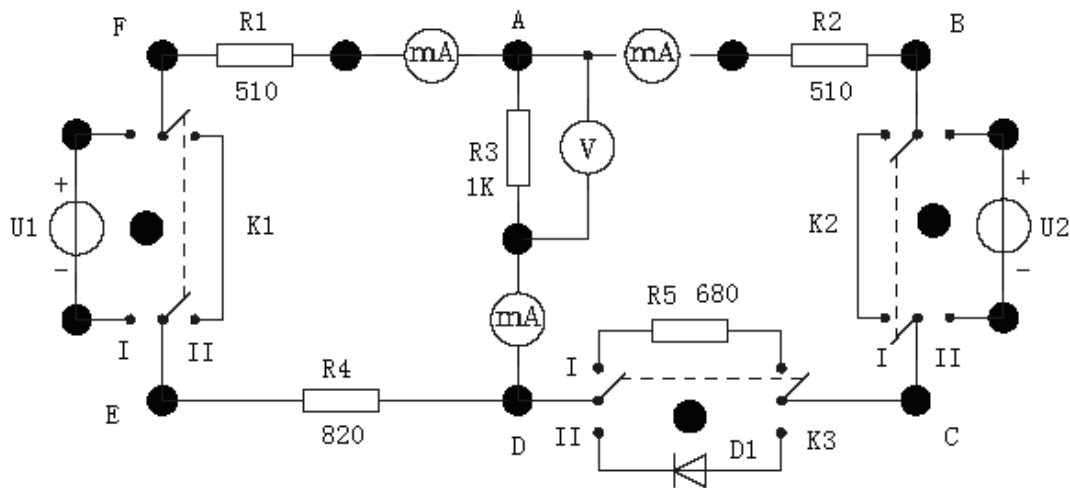


图 7-1 叠加原理验证

1. 将两路稳压源的输出分别调节为 12V 和 6V，接入 U_1 和 U_2 处。
2. 令 U_1 电源单独作用（将开关 K_1 投向 U_1 侧，开关 K_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 7-1。
3. 令 U_2 电源单独作用（将开关 K_1 投向短路侧，开关 K_2 投向 U_2 侧），重复实验步骤 2 的测量和记录，数据记入表 7-1。
4. 令 U_1 和 U_2 共同作用（开关 K_1 和 K_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 7-1。
5. 将 U_2 的数值调至 +12V，重复上述第 3 项的测量并记录，数据记入表 7-1。
6. 将 R_5 (330Ω) 换成二极管 1N4007（即将开关 K_3 投向二极管 1N4007 侧），重复 1~5 的测量过程，数据记入表 7-2。

[六、实验结果]

表 7-1

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	12.09	0	8.69	-2.04	6.22	2.47	0.82	3.28	4.4	4.41
U_2 单独作用	0	6.08	-1.2	3.63	2.41	-3.67	-1.17	1.23	-0.6	-0.6
U_1 、 U_2 共同作用	12.09	6.08	7.49	1.23	8.68	-1.17	-0.38	4.51	3.77	-3.79
$2U_2$ 单独作用	0	12.09	-2.4	7.26	4.82	-7.23	-2.37	2.47	-1.21	-1.24

表 7-2

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	12.05	0	8.8	-2.49	6.32	2.47	0.68	3.15	4.37	4.4
U_2 单独作用	0	6.02	0	0	0	0	-6.02	0	0	0
U_1 、 U_2 共同作用	12.5	6.02	7.95	0	7.98	0	-1.98	4.03	3.93	39.5
$2U_2$ 单独作用	0	12.05	0	0	0	0	-12.5	0	0	0

[七、实验结果分析、讨论]

根据实验数据表格，进行分析、比较、归纳、总结实验结论，验证线性电路的叠加性与齐次性。

[八、实验结论]

验证了线性电路的叠加原理的正确性，加深了对线性电路的叠加性和齐次性的理解。

电路基础课程实验报告 (八)

[一、实验名称]

互易定理验证

[二、实验目的]

- 1、验证互易定理的正确性，加深对互易定理的理解。
- 2、学习复杂电路的连接方法

[三、实验原理]

1.在线性电路中，激励与响应互易位置，则激励与响应的关系仍保持不变。正是由于线性系统具有互易特性，因此，从甲方向乙方传输信号的效果与从乙方向甲方传输信号的效果是相同的，亦即在线性电路中，信号的传输具有双向性。

2.互易定理是指：如图 8-1 所示，在无源线性电路中，当在某支路 A 中接入激励源电压值 U_1 （或电流值 I_1 ），在另一支路 B 中产生的电流值 I_2 （或电压值 U_2 ）应等于将该电压(或电流)接入 B 支路时在支路 A 中所产生的电流（或电压），且 I_1 、 I_2 、 U_1 、 U_2 之间有以下关系： $U_1 I_1 = U_2 I_2$ 。如果 $U_1 = U_2$ （或 $I_2 = I_1$ ），则 $I_2 = I_1$ （或 $U_2 = U_1$ ）。互易定理只适用于线性无源电路，对非线性或有源电路不适用。

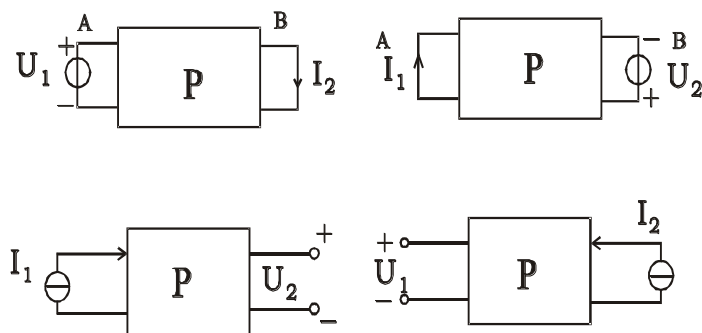


图 8-1

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V 或 0~12V	1	
2	直流稳压电源	6V、12V		
3	万用表	MF500B 或其他	1	
4	直流数字毫安表		1	
5	直流数字电压表		1	
6	互易定理实验电路板		1	

[五、实验内容和过程]

实验线路如图 8-2 所示。

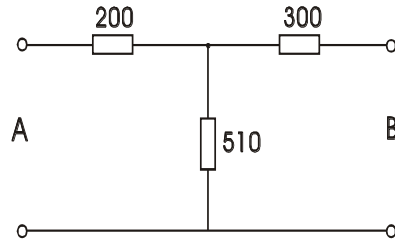


图 8-2

- 1.在 A 支路施加 $U_1=8V$ 的直流电压,测量 B 支路的短路电流 I_2 。
- 2.在 B 支路施加 $U_2=8V$ 的直流电压,测量 A 支路的短路电流 I_1 。
- 3.在 A 支路施加 $I_1=15mA$ 的直流电流, 测量 B 支路的开路电压 U_2' 。
4. 在 B 支路施加 $I_2=15mA$ 的直流电流, 测量 A 支路的开路电压 U_1' 。

[六、实验结果]

A 支路激励	B 支路响应	B 支路激励	A 支路响应
$U_1=8V$	$I_2=15.1mA$	$U_2=8V$	$I_1=15.1mA$
$I_1'=15mA$	$U_2'=8.01V$	$I_2'=15mA$	$U_1'=7.98V$

[七、实验结果分析、讨论]

根据实验数据表格,进行分析、比较、归纳、总结实验结论,验证线性电路的互易定理。

[八、实验结论]

验证了线性电路的互易定理的正确性,加深了互易定理的理解。

电路基础课程实验报告 (九)

[一、实验名称]

戴维南定理的验证

[二、实验目的]

- 1、验证戴维南定理，加深对戴维南定理的理解。
- 2、掌握有源二端口网络等效电路参数的测量方法。

[三、实验原理]

1、任何一个线性含源网络，如果仅研究其中一条支路的电压和电源，则可将电路的其余部分看作是一个有源二端口网络（或称为有源二端网络）。

戴维南定理指出：任何一个线性有源二端口网络，总可以用一个电压源和一个电阻的串联来等效代替，如图 6-1

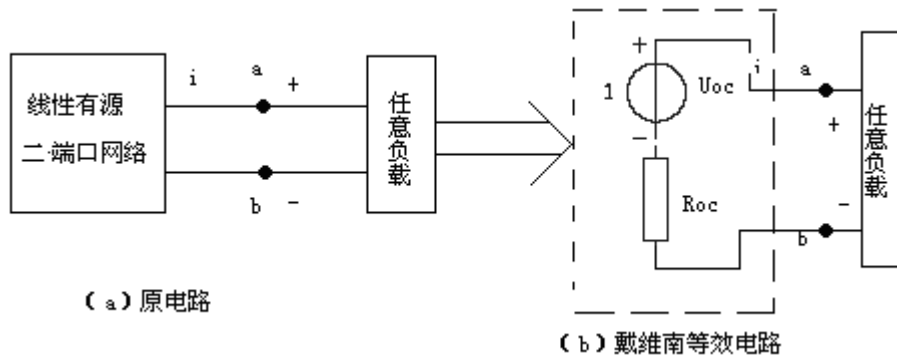


图 9-1

其电压源的电动势 U_S 等于这个有源二端口网络的开路电压 U_{OC} ，其等效内阻 R_0 等于该网络中所有独立源均置零（理想电压源视为短接，理想电流源视为开路）时的等效电阻。

$U_{OC}(U_S)$ 和 R_0 或者 $I_{SC}(I_S)$ 和 R_0 称为有源二端口网络的等效参数。

2、有源二端口网络等效参数的测量方法

(1) 开路电压、短路电流法测 R_0

在有源二端口网络输出端开路时，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} ，其等效内阻为 $R_0 = U_{OC}/I_{SC}$ 。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

用电压表、电流表测出有源二端网络的外特性如图 9-2 根据外特性曲线求出斜率 $\tan \Phi$ ，

$$R_0 = \frac{U_{OC} - U_N}{I_N}$$

则内阻为

用伏安法，主要是测量开路电压及电流为额定值 I_N 时的输出端电压值 U_N ，则内阻为

$$R_0 = \frac{U_{OC} - U_N}{I_N}$$

若二端网络的内阻值很低时，则不宜测其短路电流。

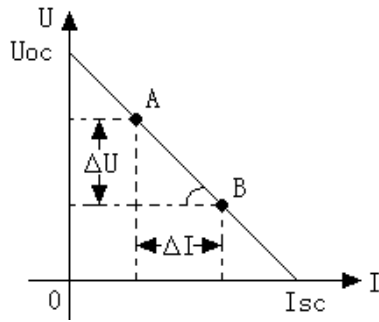


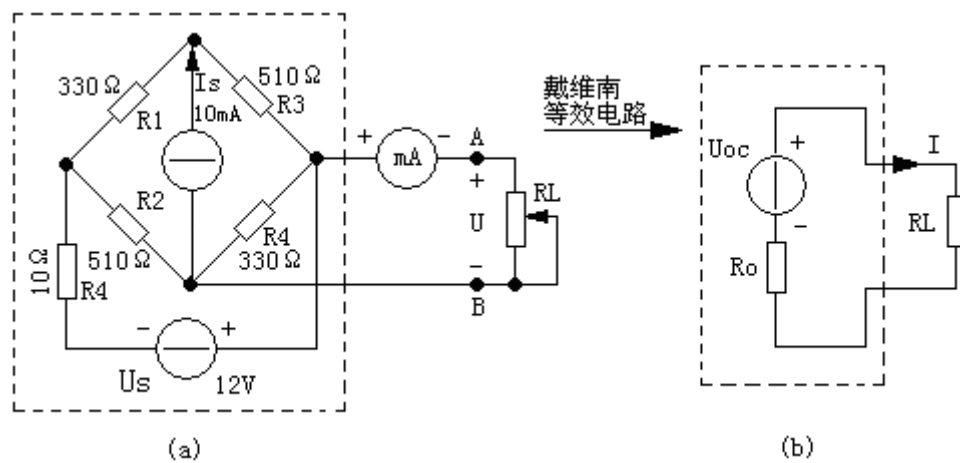
图 9-2

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V 或 0~12V	1	
2	可调直流恒流源		1	
3	万用表	MF500B 或其他	1	
4	直流数字毫安表		1	
5	直流数字电压表		1	
6	电位器	470 Ω	1	
7	戴维南定理实验电路板		1	

[五、实验内容和过程]

被测有源二端网络如图 9-3



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 9-3 (a) 接入稳压电源 $U_{S2}=12V$ 。接入负载 R_L (按列表选定)。测出 U_{OC} 和 I_{SC} ，并计算出 R_0 (测 U_{OC} 时，不接入 mA 表)。

2、负载实验

按图 9-3(a) 接入 R_L ，改变 R_L 阻值，测量有源二端口网络的外特性曲线。

3、验证戴维南定理：用一只 470 Ω 的电位器作为 R_0 ，将其阻值调整到等于按步骤“1”所得的等效电阻 R_0 之值，然后令其与直流稳压电源 U_{S1} (调到步骤“1”时所测得的开路电压 U_{OC} 之值) 相串联，如图 9-3 (b) 所示，把 U_{S1} 和 R_L 串联成一个回路。仿照步骤“2”测其外特性，对戴氏定理进行验证。

4、有源二端网络等效电阻（又称入端电阻）的直接测量法。见图 9-3（a）。将被测有源网络的所有独立源置零（去掉电流源 I_s 和电压源 U_s ，并在原电压源所接的两点用一根短路导线相连），然后用伏安法或者直接用万用表的欧姆档去测定负载 R_L 开路时 A、B 两点间的电阻，此即为被测网络的等效电阻 R_0 ，或称网络的入端电阻 R_i 。

6、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。

[六、实验结果]

1、用开路电压、短路电流法测出 U_{OC} ，并计算出 R_0 （测 U_{OC} 时，不接入 mA 表）。

$U_{OC}(V)$	$I_{sc}(mA)$	$R_0=U_{oc}/I_{sc}(\Omega)$
17.09	32.2	534

2、负载实验

$R(\Omega)$	300	600	900	1200	1500
$U(V)$	6.16	8.99	10.63	11.7	12.45
$I(mA)$	20.2	14.8	11.7	9.7	8.2

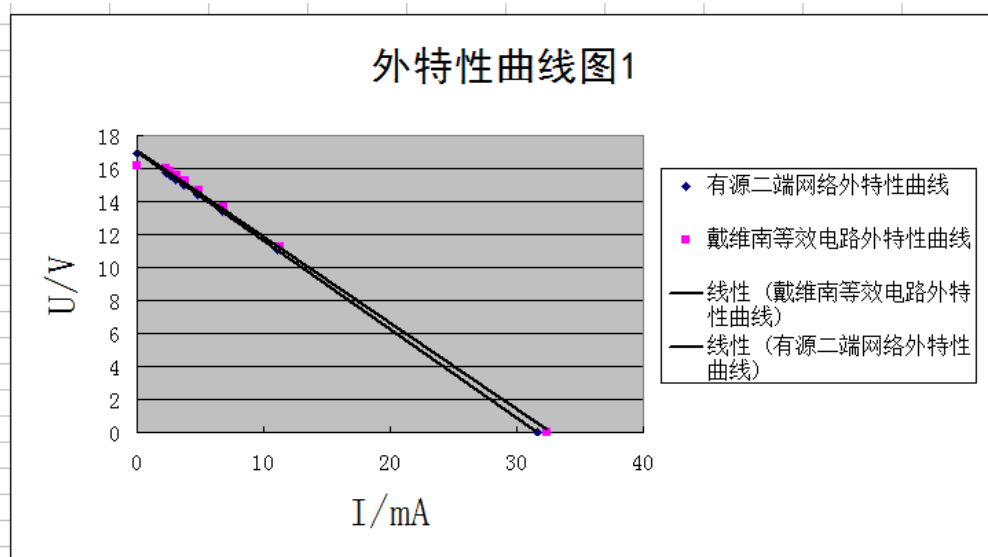
3、验证戴维南定理

$R(\Omega)$	300	600	900	1200	1500
$U(V)$	6.19	9.07	10.74	11.74	12.51
$I(mA)$	20.2	14.9	11.8	9.8	8.3

4、有源二端网络等效电阻（又称入端电阻）的直接测量法。用此法测得的电阻为:527 Ω

[七、实验结果分析、讨论]

根据上述步骤绘出曲线，验证戴维南定理的正确性，并分析产生误差的原因。



答：误差主要来源于实验操作的不当,读数时存在差异,实验仪器本身的不精确等等,这些都是导致误差的原因。

2. 根据上述步骤测得的 U_{oc} 与 R_0 与电路计算的结果作比较, 结果如下。

答： R_0 的理论值为 $[(330+510)*10]/(330+510+10)+510=520\ \Omega$, 则：

由 1 中测得的 R_0 值的相对误差为： $(534-520)/520*100\%=2.6\%$ ；

由 4 中测得的 R_0 值的相对误差为： $(527-520)/520*100\%=1.35\%$ ；

U_{OC} 的理论值为 $12+520*0.01=17.2\text{v}$, 则：

由 1 中测得的 U 值的相对误差为： $(17.2-17.09)/17.2*100\%=0.64\%$ ；

[八、实验结论]

实验数据在测量误差允许的范围内, 基本验证戴维南定理的正确性。

电路基础课程实验报告 (十)

[一、实验名称]

诺顿定理的验证

[二、实验目的]

1、验证诺顿定理，加深对诺顿定理的理解。

[三、实验原理]

1、任何一个线性含源网络，如果仅研究其中一条支路的电压和电源，则可将电路的其余部分看作是一个有源二端口网络（或称为有源二端网络）。

诺顿定理指出：任何一个线性有源网络，总可以用一个电流源与一个电阻并联组成来等效代替，如图 10-1

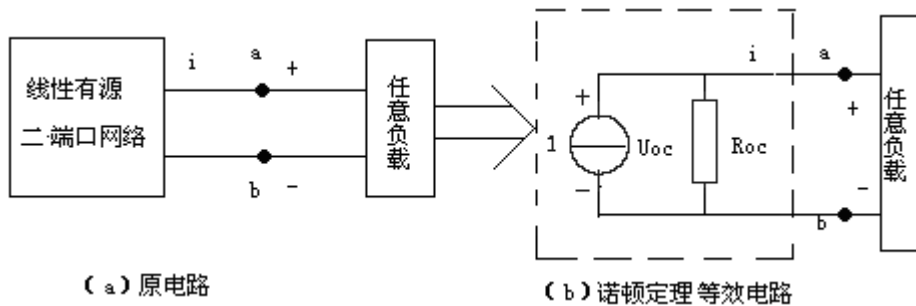


图 10-4

此电流源的电流 I_s 等于这个有源二端口网络的短路电流 I_{sc} ，其等效内阻 R_0 定义同戴维南定理。

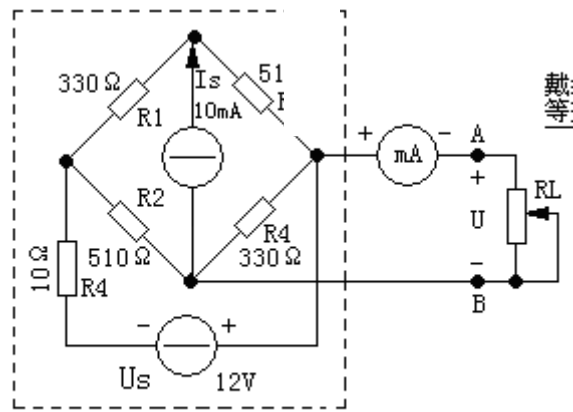
$U_{oc}(U_s)$ 和 R_0 或者 $I_{sc}(I_s)$ 和 R_0 称为有源二端口网络的等效参数。

[四、实验条件]

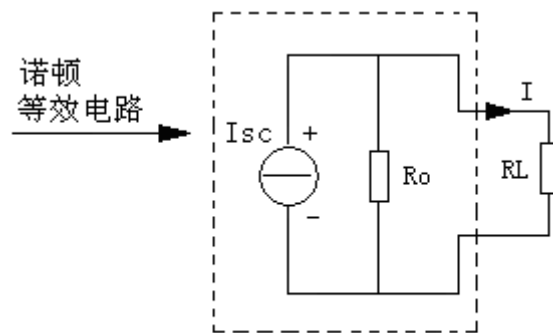
序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V 或 0~12V	1	
2	可调直流恒流源		1	
3	万用表	MF500B 或其他	1	
4	直流数字毫安表		1	
5	直流数字电压表		1	
6	电位器	470 Ω	1	
7	戴维南定理实验电路板		1	

[五、实验内容和过程]

被测有源二端网络如图 10-2



(a)



(c)

图 10-2

1、用开路电压、短路电流法测定诺顿等效电路的 I_{sc} 、 R_0 。按图 10-2 (a) 接入稳压电源 $U_{S2}=10V$ 和恒流源 $I_{S2}=10mA$ 。接入负载 R_L (根据列表选定)。测出 U_{oc} 和 I_{sc} ，并计算出 R_0 。

2、负载实验

按图 10-2(a)接入 R_L ，改变 R_L 阻值，测量有源二端口网络的外特性曲线。

4、验证诺顿定理：用一只 470Ω 的电位器作为 R_0 ，将其阻值调整到等于按步骤“1”所得的等效电阻 R_0 之值，然后拿其与直流恒流源 I_{S1} (调到步骤“1”时所测得的短路电流 I_{sc} 之值) 相并联，如图 10-2 (c)，把 I_{S1} 和 0 然后再与 R_1 串联。把 R_1 改换不同的阻值测其外特性，对诺顿定理进行验证。

[六、实验结果]

1、用开路电压、短路电流法测出 U_{oc} 和 I_{sc} ，并计算出 R_0 (测 U_{oc} 时，不接入 mA 表)。

$U_{oc}(V)$	$I_{sc}(mA)$	$R_0=U_{oc}/I_{sc} (\Omega)$
17.09	32.2	534

2、负载实验

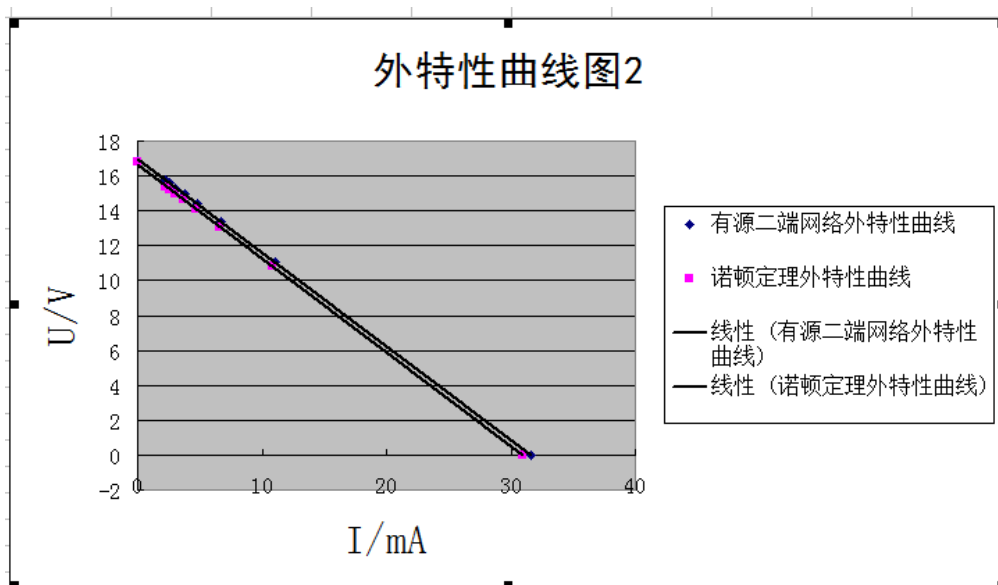
$R(\Omega)$	300	600	900	1200	1500
$I(mA)$	20.2	14.8	11.7	9.7	8.2
$U(V)$	6.16	8.99	10.63	11.7	12.45

3、验证诺顿定理

R(Ω)	300	600	900	1200	1500
I(mA)	20.1	15.0	11.7	9.9	8.4
U(V)	6.18	9.08	10.73	11.75	12.53

[七、实验结果分析、讨论]

根据上述步骤绘出曲线，验证诺顿定理的正确性，并分析产生误差的原因。



答：误差主要来源于实验操作的不当,读数时存在差异,实验仪器本身的不精确等等,这些都是导致误差的原因。

[八、实验结论]

实验数据在测量误差允许的范围内，基本验证诺顿定理的正确性。

电路基础课程实验报告 (十一)

[一、实验名称]

最大功率传输条件测定

[二、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。

[三、实验原理]

1、电源与负载功率的关系

图 10-1 可视为由一个电源向负载输送电能的模型， R_0 可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：

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

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：

(1)、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 为应变量，并使 $dP/dR_L=0$ ，即可求得最大功率传输的条件：

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

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

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。

(2)、用对勾函数解。

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V 或 0~12V	1	
2	直流稳压电源	6V、12V		
3	万用表	MF500B 或其他	1	
4	直流数字毫安表		1	
5	直流数字电压表		1	
6	实验台电阻模块		1	

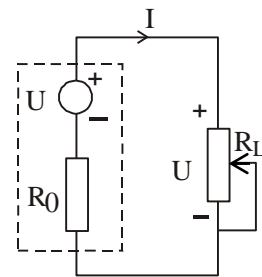


图 11-1

[五、实验内容和过程]

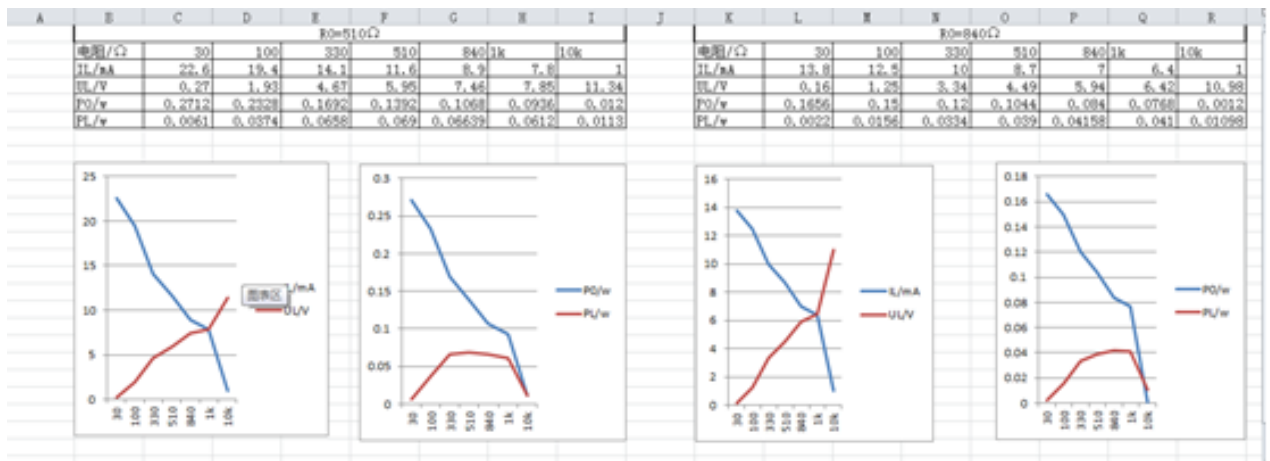
实验线路如图 11-1。

- 1、将 12V 稳压电源与 $R_0=510\Omega$ 的电阻串联，此电阻作为电源的内阻。
- 2、在电路中依次串联 $R_L=30、100、330、510、840、1K、10K\Omega$ 的电阻，此电阻作为负载。
- 3、将直流数字电压表依次并联在电阻 R_L 两端，测量其两端电压 U_L 、将结果填入表中。
- 4、测完电压后，将实验箱自带万用表调到 200mA 电流档，依次串联到电路中，测出通过 R_L 的电流，并将结果填入表中。
- 5、将 $R_0=510\Omega$ 换为 $R_0=840\Omega$ ，重复步骤 2~4。
- 6、计算 $P_O(=U_O \times I)$ 和 $P_L(=U_L \times I)$ ，将结果填入表中。

[六、实验结果]

$U_S=12V$ $R_{01}=510\Omega$	R_L	30	100	330	510	840	1k	10k
	U_O	11.98	1.98	11.98	11.98	11.98	11.98	11.98
	U_L	0.27	1.93	4.67	5.95	7.46	7.85	11.34
	I	22.6	19.4	14.	11.	8.9	7.8	1.0
	P_O	0.2712	0.2328	0.1692	0.1392	0.1068	0.0936	0.012
	P_L	0.0061	0.0374	0.0658	0.069	0.06639	0.0612	0.0113
	$U_S=12V$ $R_{02}=840\Omega$	R_L	30	100	330	510	840	1k
U_O		11.98	11.98	11.98	11.98	11.98	11.98	11.98
U_L		0.16	1.25	3.34	4.49	5.96	6.42	10.98
I		13.8	12.5	10.0	8.7	7.0	6.4	1.0
P_O		0.1656	0.15	0.12	0.1044	0.084	0.0768	0.0012
P_L		0.0022	0.0156	0.0334	0.039	0.04158	0.0410	0.01098

[七、实验结果分析、讨论]



由折线图可知，当 $R_L=R_0$ 时，电源输出功率最大。

[八、实验结论]

由含源线性单口网络传递给可变负载 R_L 的功率为最大的条件是：负载 R_L 应与戴维南（或诺顿）等效电阻相等。。

电路基础课程实验报告 (十二)

[一、实验名称]

RC 一阶电路的响应测试

[二、实验目的]

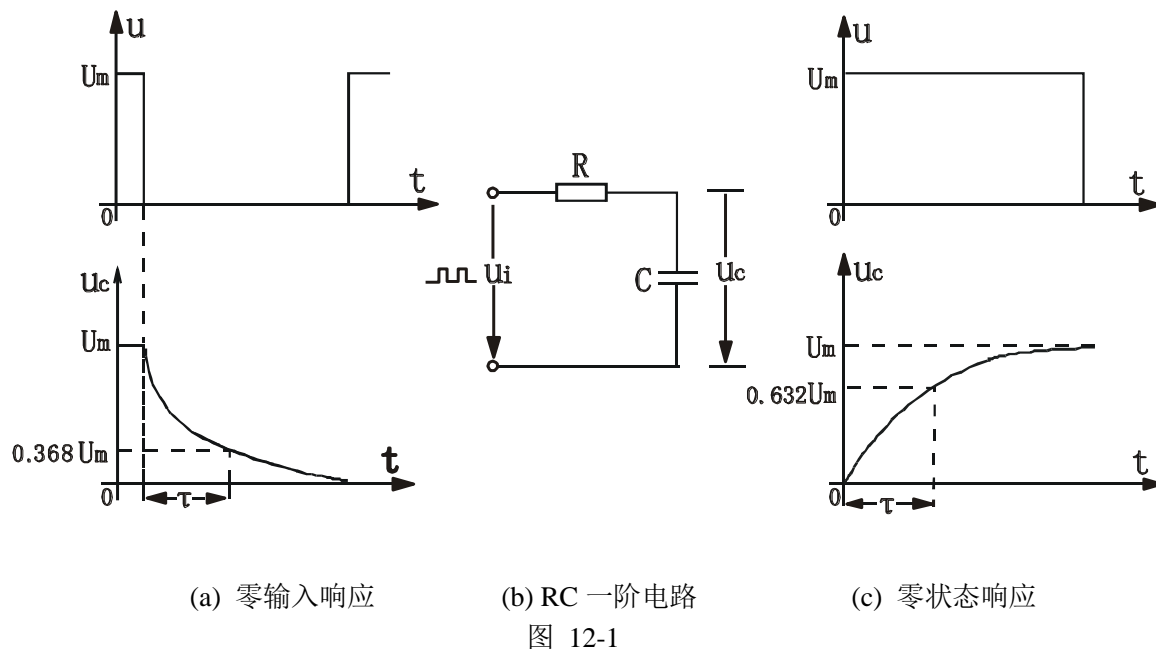
1. 测定 RC 一阶电路的零输入响应、零状态响应及完全响应。
2. 学习电路时间常数的测量方法。
3. 学会用示波器观测波形。

[三、实验原理]

1. 动态网络的过渡过程是十分短暂的单次变化过程。要用普通示波器观察过渡过程和测量有关的参数,就必须使这种单次变化的过程重复出现。为此,我们利用信号发生器输出的方波来模拟阶跃激励信号,即利用方波输出的上升沿作为零状态响应的正阶跃激励信号;利用方波的下降沿作为零输入响应的负阶跃激励信号。只要选择方波的重复周期远大于电路的时间常数 τ ,那么电路在这样的方波序列脉冲信号的激励下,它的响应就和直流电接通与断开的过渡过程是基本相同的。

2. 图 12-1 (b) 所示的 RC 一阶电路的零输入响应和零状态响应分别按指数规律衰减和增长,其变化的快慢决定于电路的时间常数 τ 。

3. 时间常数 τ 的测定方法:用示波器测量零输入响应的波形如图 12-1(a)所示。根据一阶微分方程的求解得知 $u_c = U_m e^{-t/RC} = U_m e^{-t/\tau}$ 。当 $t = \tau$ 时, $U_c(\tau) = 0.368 U_m$ 。此时所对应的时间就等于 τ 。亦可用零状态响应波形增加到 $0.632 U_m$ 所对应的时间测得,如图 15-1(c)所示。



[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	函数信号发生器		1	
2	双踪示波器		1	
3	RC 一阶电路实验板		1	

[五、实验内容和过程]

实验线路板的器件组件，如图 13-2 所示，请认清 R、C 元件的布局及其标称值，各开关的通断位置等。

1. 从电路板上选 $R=10\text{K}\Omega$ ， $C=6800\text{pF}$ 组成如图 13-1(b) 所示的 RC 充放电电路。 u_i 为函数信号发生器输出的 $U_m=3\text{VP-P}$ 、 $f=1\text{KHz}$ 的方波电压信号，并通过两根同轴电缆线，将激励源 u_i 和响应 u_c 的信号分别连至示波器的两个输入口 YA 和 YB。这时可在示波器的屏幕上观察到激励与响应的变化规律，测算时间常数 τ ，并用方格纸按 1:1 的比例描绘波形。少量地改变电容值或电阻值，定性地观察对响应的影响，记录观察到的现象。

2. 令 $R=10\text{K}\Omega$ ， $C=0.1\mu\text{F}$ ，观察并描绘响应的波形，继续增大 C 之值，定性地观察对响应的影响。

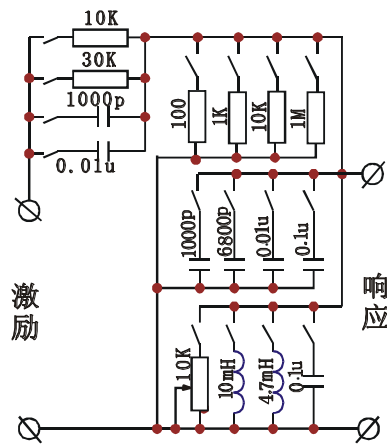
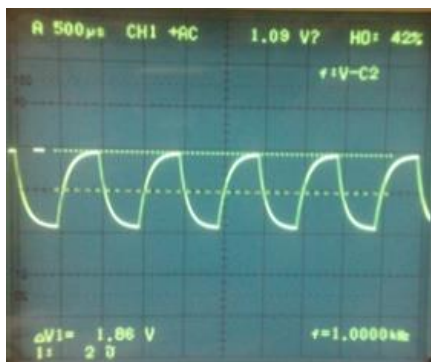
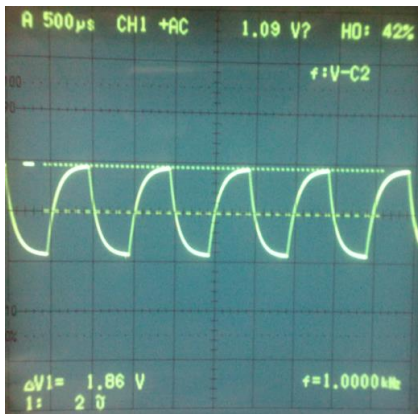


图 12-1

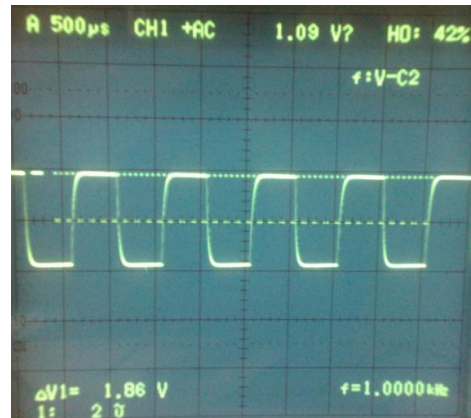
[六、实验结果]



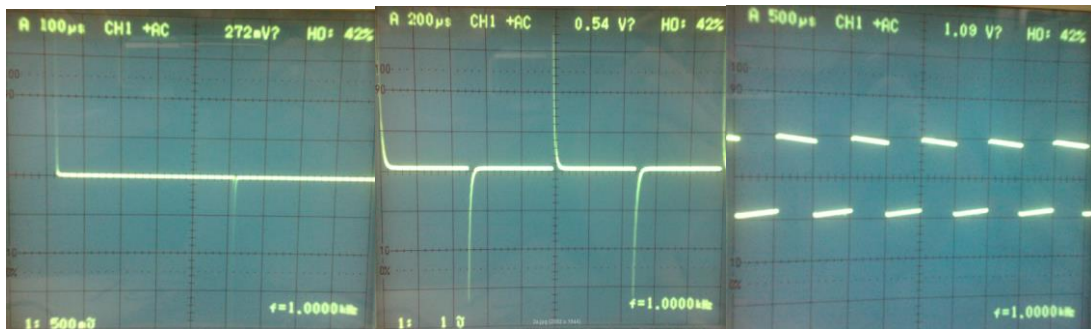
响应 u_c 的变化规律：



C=0.01 μ F 时



C=0.01 μ F 时



R=100Ω 时

R=1KΩ 时

R=1MΩ 时

[七、实验结果分析、讨论]

- 1.根据实验观测结果，在方格纸上绘出 RC 一阶电路充放电时 u_C 的变化曲线，由曲线测得 τ 值，并与参数值的计算结果作比较，分析误差原因。
- 2.根据实验观测结果，归纳、总结积分电路和微分电路的形成条件，阐明波形变换的特征。

[八、实验结论]

RC 一阶电路的零输入响应和零状态响应分别按指数规律衰减和增长，其变化的快慢决定于电路的时间常数 τ 。

电路基础课程实验报告 (十三)

[一、实验名称]

三相交流电路的电压测量

[二、实验目的]

- 1、掌握三相负载作星形联接、三角形联接的方法，验证这两种接法时线、相电压及线、相电流之间的关系。
- 2、充分理解三相四线供电系统中中线的作用。

[三、实验原理]

1、三相负载可接成星形（又称“Y”接）或三角形(又称"△"接)，当三相对称负载作 Y 形联接时，线电压 U_l 是相电压 U_p 的 $\sqrt{3}$ 倍。即 $U_l = \sqrt{3} U_p$

当采用三相四线制接法时，，流过中线的电流 $I_0=0$ ， 所以可以省去中线。

当对称三相负载作△形联接时，有 $U_l=U_p$

2、不对称三相负载作 Y 联接时,必须采用三相四线制接法，即 Y_0 接法。而且中线必须牢固联接，以保证三相不对称负载的每相电压维持对称不变。

倘若中线断开，会导致三相负载电压的不对称，致使负载轻的那一相的相电压过高，使负载遭受损坏；负载重的一相相电压又过低，使负载不能正常工作。尤其是对于三相照明负载，无条件地一律采用 Y_0 接法。

3、当不对称负载作△接时， $I_l \neq \sqrt{3} I_p$ ，但只要电源的线电压 U_l 对称，加在三相负载上的电压仍是对称的，对各相负载工作没有影响。

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	三相交流电源	3Φ 0~220V	1	
2	三相自耦调压器		1	
3	交流电压表		1	
4	交流电流表		1	
5	三相灯组负载	15W/220V 白炽灯	9	DGJ-04
6	电门插座		3	DGJ-04

[五、实验内容和过程]

1. 三相负载星形联接（三相四线制供电）

按图 13-1 线路组接实验电路。即三相灯组负载经三相自耦调压器接通三相对称电源，将三相调压器的旋柄置于三相电压输出为 0V 的位置，经指导教师检查后。方可合上三相电

源开关，然后调节调压器的输出，使输出的三相线电压为 220V，按数据表格所列各项要求分别测量三相负载的线电压、相电压电源与负载中点的电压，记录之。并观察各相灯组亮暗的变化程度，特别要注意观察中线的作用。

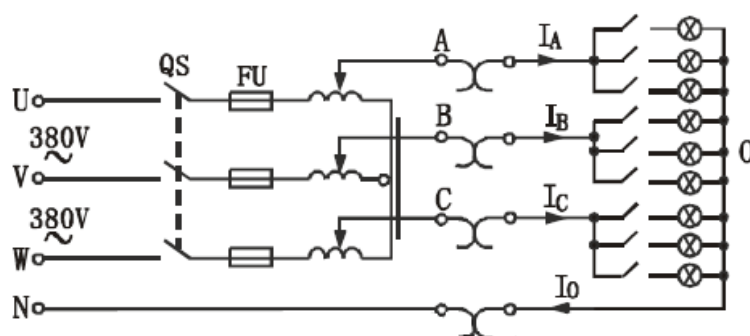


图 13 三相负载星形联接的实验线路

2. 负载三角形联接（三相三线制供电）

按图 13-2 改接线路，经指导教师检查合格后接通三相电源，调节调压器，使其输出线电压为 220V，并按表数据表格要求进行测试

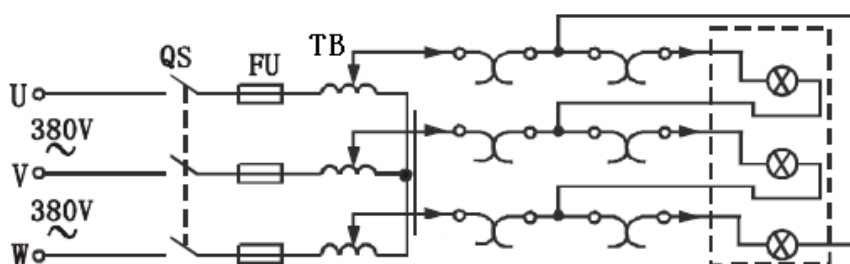


图 13 三相负载三角形联接的实验线路

[六、实验结果]

三相负载星形联接实验数据表

测量数据 负载情况	开灯盏数			线电压 (V)			相电压 (V)			中点电压 UNO (V)
	A 相	B 相	C 相	UAB	UBC	UCA	UA0	UB0	UC0	
Yo 接平衡负载	3	3	3	220	220	220	125	125	125	0
Yo 接不平衡负载	1	2	3	220	220	220	125	125	125	0
Yo 接 B 相断开	1	断	3	220	220	220	125	125	125	0
Y 接不平衡负载	1	2	3	220	220	220	170	140	90	48

Y 接平衡负载	3	3	3	220	220	220	125	125	125	0
Y 接B相断开	1	断	3	220	220	220	195	210	30	100
Y 接B相短路	1	断	3	220	220	220	220	0	220	130

负载三角形联接实验数据表

测量数 负载情况	开灯盏数			线电压=相电压 (V)		
	A—B 相	B—C 相	C—A 相	UAB	UBC	UCA
△接三相平衡	3	3	3	220	220	220
△接三相不平衡	1	2	3	220	220	220

[七、实验结果分析、讨论]

1. 本实验采用三相交流市电，线电压为 380V，应穿绝缘鞋进实验室。实验时要注意人身安全，不可触及导电部件，防止意外事故发生。
2. 每次接线完毕，同组同学应自查一遍，然后由指导教师检查后，方可接通电源，必须严格遵守先接线、后通电；先断电、后拆线的实验操作原则。
3. 星形负载作短路实验时，必须首先断开中线，以免发生短路事故。

[八、实验结论]

1. 星形连接时，线电压= $\sqrt{3}$ 相电压；三角形连接时，线电压=相电压。
2. 在三相四线制不对称的负载连接中，中线的作用是：使不对称的各相负载得到相同的相电压。

电路基础课程实验报告（十四）

[一、实验名称]

三相交流电路的电流测量

[二、实验目的]

- 1、掌握三相负载作星形联接、三角形联接的方法，验证这两种接法时线、相电流之间的关系。
- 2、充分理解三相四线供电系统中中线的作用。

[三、实验原理]

1、三相负载可接成星形（又称“Y”接）或三角形（又称“ Δ ”接），当三相对称负载作 Y 形联接时，线电流 I_l 等于相电流 I_p ，即 $I_l = I_p$

当采用三相四线制接法时，流过中线的电流 $I_0 = 0$ ，所以可以省去中线。

当对称三相负载作 Δ 形联接时，有 $I_l = \sqrt{3} I_p$ ，

2、不对称三相负载作 Y 联接时，必须采用三相四线制接法，即 Y_0 接法。而且中线必须牢固联接，以保证三相不对称负载的每相电压维持对称不变。

倘若中线断开，会导致三相负载电压的不对称，致使负载轻的那一相的相电压过高，使负载遭受损坏；负载重的一相相电压又过低，使负载不能正常工作。尤其是对于三相照明负载，无条件地一律采用 Y_0 接法。

3、当不对称负载作 Δ 接时， $I_l \neq \sqrt{3} I_p$ ，但只要电源的线电压 U_l 对称，加在三相负载上的电压仍是对称的，对各相负载工作没有影响。

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	三相交流电源	3 Φ 0~220V	1	
2	三相自耦调压器		1	
3	交流电压表		1	
4	交流电流表		1	
5	三相灯组负载	15W/220V 白炽灯	9	DGJ-04
6	电门插座		3	DGJ-04

[五、实验内容和过程]

1. 三相负载星形联接（三相四线制供电）

按图 14-1 线路组接实验电路。即三相灯组负载经三相自耦调压器接通三相对称电源，将三相调压器的旋柄置于三相电压输出为 0V 的位置，经指导教师检查后。方可合上三相电

源开关，然后调节调压器的输出，使输出的三相线电压为 220V，按数据表格所列各项要求分别测量三相负载的线电压、相电压、线电流（相电流）、中线电流、电源与负载中点的电压，记录之。并观察各相灯组亮暗的变化程度，特别要注意观察中线的作用。

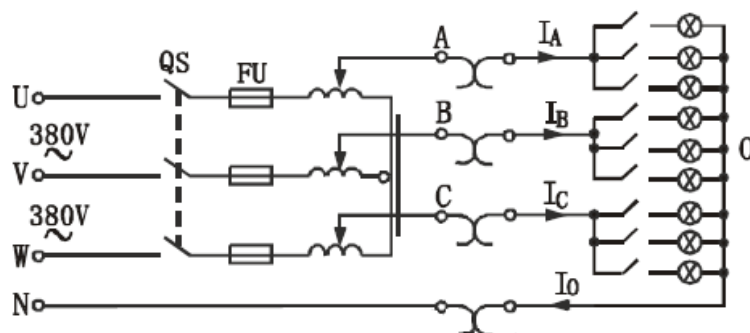


图 14-1 三相负载星形联接的实验线路

2. 负载三角形联接（三相三线制供电）

按图 14-2 改接线路，经指导教师检查合格后接通三相电源，调节调压器，使其输出线电压为 220V，并按表数据表格要求进行测试

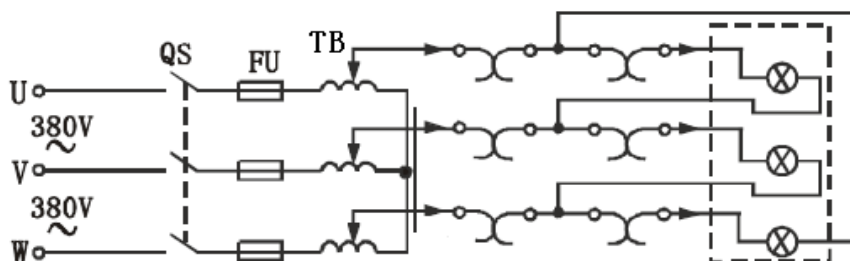


图 14-2 三相负载三角形联接的实验线路

[六、实验结果]

三相负载星形联接实验数据表

测量数据 负载情况	开灯盏数			线电流 (A)			中线电流 I ₀ (A)	中点电压 U _{NO} (V)
	A 相	B 相	C 相	I _A	I _B	I _C		
Y ₀ 接平衡负载	3	3	3	0.15	0.15	0.15	0.015	0
Y ₀ 接不平衡负载	1	2	3	0.05	0.10	0.15	0.085	0
Y ₀ 接 B 相断开	1	断	3	0.05	0	0.15	0.13	0
Y 接不平衡负载	1	2	3	0.05	0.10	0.15	0	48

Y 接平衡负载	3	3	3	0.15	0.15	0.15	0	0
Y 接 B 相断开	1	断	3	0.05	0	0.15	0	100
Y 接 B 相短路	1	断	3	0.06	0.24	0.21	0	130

负载三角形联接实验数据表

测量数 负载情况	开灯盏数			线电流 (A)			相电流 (A)		
	A—B 相	B—C 相	C—A 相	IA	IB	IC	IAB	IBC	ICA
△接三相平衡	3	3	3	0.35	0.35	0.35	0.21	0.21	0.21
△接三相不平衡	1	2	3	0.24	0.18	0.30	0.07	0.14	0.21

[七、实验结果分析、讨论]

1. 三相负载根据什么条件作星形或三角形连接？

答：一般电机功率大于 11kw 就采用星—三角启动，否则采用三角形直接启动，一般不采用星形接法。

2. 试分析三相星形联接不对称负载在无中线情况下，当某相负载开路或短路时会出现什么情况？如果接上中线，情况又如何？

答：在电源无中线且负载不对称情况下，那相的负载重那相的电压就低，如果接上中线，三相电压趋于平衡。

3. 用实验数据和观察到的现象，总结三相四线供电系统中中线的作用。

答：当三相负载不对称时，中线提供各相电流的回路。

4. 不对称三角形联接的负载，能否正常工作？实验是否能证明这一点？

答：对于不对称负载作△接时， $I_l \neq I_p$ ，但只要电源的线电压 V_l 对称，加三相负载上的电压仍是对称的，对各相负载工作没有影响

5. 根据不对称负载三角形联接时的相电流值作相量图，并求出线电流值，然后与实验测得的线电流作比较，分析之。

[八、实验结论]

1. 星形连接时，线电流=相电流；三角形连接时，线电流= $\sqrt{3}$ 相电流。

2. 在三相四线制不对称的负载连接中，中线的作用是：使不对称的各相负载得到相同的相电压。

电路基础课程实验报告 (十五)

[一、实验名称]

三相电路功率的测量

[二、实验目的]

- 1.学会用功率表测量三相电路功率的方法。
- 2.进一步熟练掌握功率表的接线和使用方法。

[三、实验原理]

1. 三瓦计法测量功率电路

三相四线制电路的总功率，通常用三只功率表测量功率。其接线如下图所示，分别测出 A、B、C 各相的有功功率相加而得到，即 $P_{总}=P_A+P_B+P_C$ ，

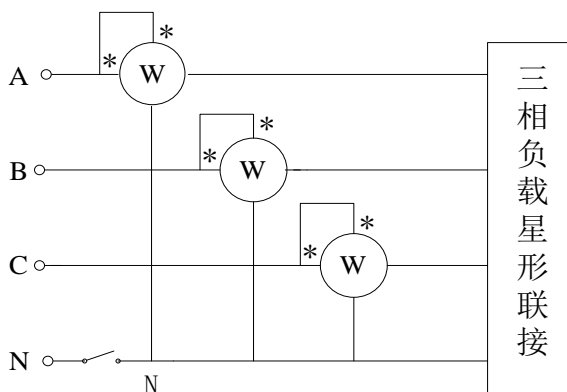


图 15-1. 三瓦计法测量功率电路

2. 二瓦计法测量功率电路

在三相三线制电路中，通常用二只功率表测量功率。其接线如图所示。功率表 W_1 和 W_2 的读数分别为 P_1 和 P_2 。三相电路的总功率等于 P_1 与 P_2 的代数和。

$$P_1=U_{AC}I_A\cos\phi_1$$

$$P_2=U_{BC}I_B\cos\phi_2$$

$$P_{总}=P_1+P_2$$

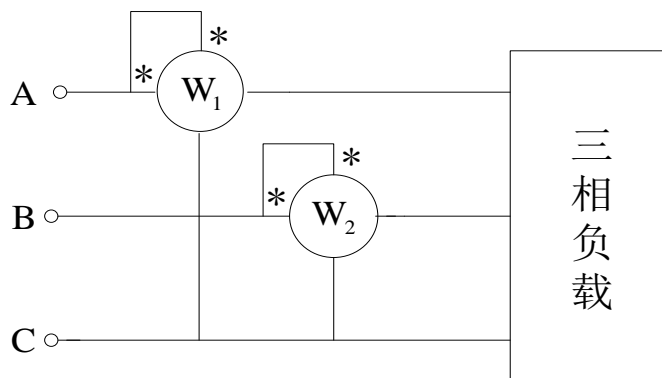


图 15-2. 二瓦计法测量功率电路

二瓦计法测量三相电路的功率时，单只功率表的读数无物理意义。当负载为对称的星形连接时，由于中线中无电流流过，所以也可用二瓦计法测量功率。但是二瓦计法不适用于不对称三相四线制电路。

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	三相交流电源	3 Φ 0~220V	1	
2	三相自耦调压器		1	
3	交流电压表		1	
4	交流电流表		1	
5	三相灯组负载	15W/220V 白炽灯	9	DGJ-04
6	电门插座		3	DGJ-04

[五、实验内容和过程]

1. 用白炽灯作为负载，按图 15-1 接线。即在三相四线制星形连接时分别用三瓦计法和二瓦计法测量负载功率，计算总功率并将实验数据填入表内；

2. 按图 15-1 接线。在三相三线制和三相四线制两种不同星形连接时，其中 A 相为 4 μ F 的电容、B 相和 C 相为 2 只串联的 40W 白炽灯。分别用三瓦计法和二瓦计法测量功率并所测得的数据加以比较后，计算总功率填入表内。

3. 在三相三线制星形连接时，A 相为断路、B 相和 C 相为 2 只串联的 40W 白炽灯时，分别用三瓦计法和二瓦计法测量功率，计算总功率并将实验数据填入表内。

4. 用白炽灯作为负载，接成三角形连接，分别用三瓦计法和二瓦计法测量负载功率。计算总功率并将实验数据填入表内。。

5. 按图 15-2 接线。将负载接成三角形连接（负载 AB 为 4 μ F 电容、负载 BC 和我，负载 CA 为 2 只串联的 40W 白炽灯），分别用三瓦计法和二瓦计法测量负载功率，计算总功率并将实验数据填入表内

6. 按图二接线。将负载接成三角形连接（AB 相为断路、BC 相和 CA 相为 2 只串联的 40W 白炽灯），分别用三瓦计法和二瓦计法测量负载功率，计算总功率并将实验数据填入表内

[六、实验结果]

	三瓦计法			二瓦计法	
	P_A / W	P_B / W	P_C / W	P_1 / W	P_2 / W
Y-Y (对称)	28.45	28.06	27.76	41.93	42.03
Y-Y (A=4 μ f)	0.83	75.47	32.84	52.97	55.31
Y-Y (A 相开路)	0.01	22.75	22.49	0	45.54
Y-Yo (A=4 μ F)	0.95	28.19	28.22	-60.6	41.93

Y-Δ 对称	62.7	62.99	64.19	95.55	94.03
Y-Δ (AB 相电容)	0.93	61.88	65.46	-116	245.9
Y-Δ (A 相开路)	0.01	62.7	64.13	64.6	63.16

[七、实验结果分析、讨论]

1. 三相四线制电路的总功率可通过用三只功率表（三瓦计法）分别测出 A、B、C 各相的有功功率相加而得到，即 $P=P_A+P_B+P_C$ 。当负载对称时，各相功率相等，因此可以只测任一相功率，再乘以三便可得到总功率。

2. 在三相三线制电路中，无论负载对称或不对称，通常只用两只功率表来测量总功率。功率表 W1 和 W2 的读数分别为 P1 和 P2。可以证明总功率： $P=P_1+P_2=U_{AC} I_A \cos(\angle U_{AC} I_A)+U_{BC} I_B \cos(\angle U_{BC} I_B)=P_A+P_B+P_C$ 式中 P_A 、 P_B 、 P_C 分别为负载等效星形连接时各相功率。功率表 W1 和 W2 读数的代数和等于负载消耗的总功率。单只功率表的读数无意义。若功率表的指针反转，可把功率表电流线圈两端的接线对换，但这时功率表的读数应取负值。因为对称四线制电路的中线内没有电流流过，所以二瓦计法仍然可以采用，但二瓦计法不适用于不对称四线制电路。对称三相电路中，两个功率表的读数分别为 $P_1=U_{AC} I_A \cos(\angle U_{AC} I_A)=U_{AC} I_A \cos(30^\circ-\Phi)$ ， $P_2=U_{BC} I_B \cos(\angle U_{BC} I_B)=U_{BC} I_B \cos(30^\circ+\Phi)$ 其中， Φ 为相电流滞后于相电压的相位角，即负载阻抗角。由上述分析可知：当负载为纯电阻时， $\cos \Phi=1$ ， P_1 、 $P_2>0$

当负载的功率因数 $\cos \Phi>0.5$ 时， P_1 、 P_2 读数不等，但都为正

当负载的功率因数 $\cos \Phi<0.5$ 时， P_1 、 P_2 读数不等，且有一个为负值

当负载的功率因数 $\cos \Phi=0.5$ 时， P_1 、 P_2 必有一个为零，一个为正

[八、实验结论]

实验数据表明：在三相四线制不对称联接不能用二瓦计法测量三相电路总功率。通常情况下，在三相四线制联接时采用三瓦计法测量电路总功率，三相三线制联接时采用二瓦计法测量电路总功率。

电路基础课程实验报告 (十六)

[一、实验名称]

双口网络测试

[二、实验目的]

- 1、加深理解双口网络的基本理论。
- 2、掌握直流双口网络传输参数的测量技术。

[三、实验原理]

对于任何一个线性网络,我们所关心的往往只是输入端口和输出端口电压和电流间的相互关系,通过实验测定方法求取一个极其简单的等效值双口电路来替代原网络,此即为“黑盒理论”的基本内容。

1、一个双口网络两端口的电压和电流四个变量之间的关系,可以用多种形式的参数方程来表示。本实验采用输出端的电压 U_2 和电流 I_2 作为自变量,以输入端的电压 U_1 和电流 I_1 作为应变量,所得的方程称为双口网络的传输方程,如图 8-1 所示的无源线性双口网络(又称为四端网络)的传输方程为:

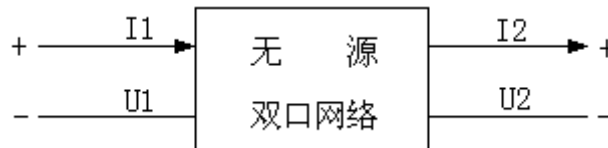


图16-1

$$U_1 = AU_2 + BI_2$$

$$I_1 = CU_2 + DI_2$$

式中的A、B、C、D为双口网络的传输参数,其值完全决定于网络的拓扑结构及各支路元件的参数值,这四个参数表征了该双口网络的基本特性,它们的含义是:

$$A = \frac{U_1}{U_2} \quad (\text{令 } I_2 = 0, \text{ 即输出口开路时})$$

$$B = \frac{U_1}{I_2} \quad (\text{令 } U_2 = 0, \text{ 即输出口短路时})$$

$$C = \frac{I_1}{U_2} \quad (\text{令 } I_2 = 0, \text{ 即输出口开路时})$$

$$D = \frac{I_1}{I_2} \quad (\text{令 } U_2 = 0, \text{ 即输出口短路时})$$

由上可知,只要在网络的输入口加上电压,在两个端口同时测量其电压和电流,即可求出A、B、C、D四个参数,此即为双端口同时测量法。

2、若要测量一条远距离输电线构成的双口网络,采用同时测量法就很不方便,这时可采用分别测量法,即先在输入口加电压,而将输出口开路 and 短路,在输入口测量电压和电流,由传输方程可得:

$$R_{10} = \frac{U_{10}}{I_{10}} = \frac{A}{C} \quad (\text{令 } I_2 = 0, \text{ 即输出口开路时})$$

$$R_{1S} = \frac{U_{1S}}{I_{1S}} = \frac{B}{D} \quad (\text{令 } U_2 = 0, \text{ 即输出口短路时})$$

然后在输出口加电压测量,而将输入口开路 and 短路,此时可得

$$R_{20} = \frac{U_{20}}{I_{20}} = \frac{D}{C} \quad (\text{令 } I_2 = 0, \text{ 即输入口开路时})$$

$$R_{2S} = \frac{U_{2S}}{I_{2S}} = \frac{B}{A} \quad (\text{令 } U_2 = 0, \text{ 即输入口开路时})$$

R_{10} 、 R_{1S} 、 R_{20} 、 R_{2S} 分别表示一个端口开路 and 短路时,另一端口的等效输入电阻,这四个参数有三个是独立的(∵ $R_{10}/R_{20} = R_{1S}/R_{2S} = A/D$)即 $AD - BC = 1$ 。

至此,可求出四个传输参数:

$$A = \sqrt{R_{10}/(R_{20} - R_{2s})}, \quad B = R_{2s}A, \quad C = A/R_{10}, \quad D = R_{20}C$$

3、双口网络级联后的等效双口网络的传输参数亦可采用前述的方法之一求得，从理论推出两双口网络级联后的传输参数与每一个参加级联的双口网络的传输参数之间有如下的关系：

$$\begin{aligned} A &= A_1A_2 + B_1C_2 & B &= A_1A_2 + B_1D_2 \\ C &= C_1A_2 + D_1C_2 & D &= C_1B_2 + D_1D_2 \end{aligned}$$

[四、实验条件]

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源		1	
2	数字直流电压表		1	
3	数字直流毫安表		1	
4	双口网络实验电路板		1	

[五、实验内容和过程]

双口网络实验线路如图 16-2 所示。

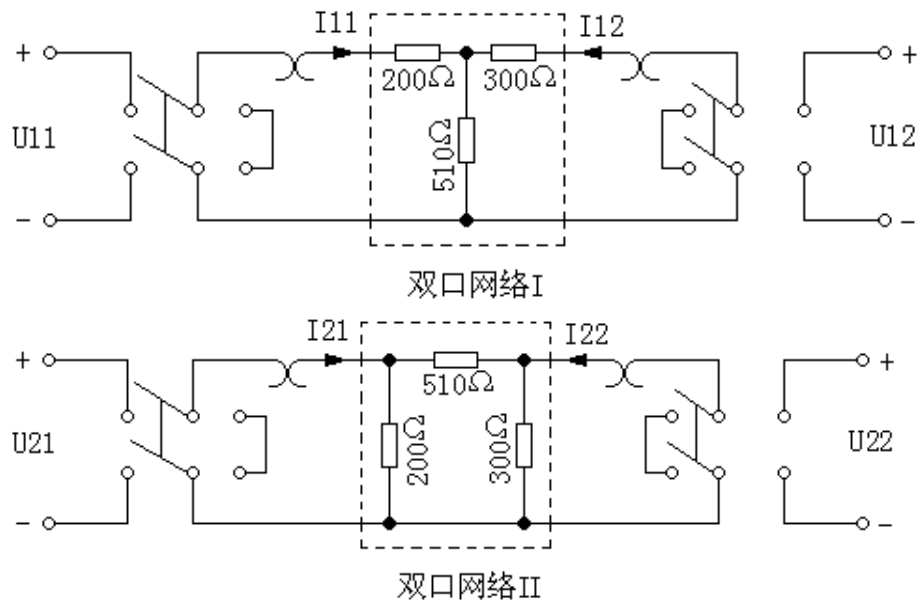


图16-2

将直流稳压电源的输出电压调到 10V，作为双口网络的输入。

- 1、按同时测量法分别测定两个双口网络的传输参数 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 和 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 ，并列它们的传输方程。
- 2、将两个双口网络级联后，用两端口分别测量法测量级联后等效双口网络的传输参数 A 、 B 、 C 、 D ，并验证等效双口网络传输参数与级联的两个双口网络传输参数之间的关系。

[六、实验结果]

1. 按同时测量法分别测定两个双口网络的传输参数 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 和 A_2 、 B_2 、 C_2 、

D2, 并列它们的传输方程。

双 口 网 络 I	输出端开路 $I_{12}=0$	测 量 值			计 算 值	
		U_{110} (V)	U_{120} (V)	I_{110} (mA)	A_1	B_1
	10	7.181	14.083	1.3921	0.6176	
双 口 网 络 II	输出端短路 $U_{12}=0$	测 量 值			计 算 值	
		U_{11S} (V)	I_{11S} (mA)	I_{12S} (mA)	C_1	D_1
	10	0.026	0.016	1.9609	1.5884	
双 口 网 络 II	输出端开路 $I_{22}=0$	测 量 值			计 算 值	
		U_{210} (V)	U_{220} (V)	I_{210} (mA)	A_2	B_2
	10	3.704	0.062	2.6997	0.5099	
双 口 网 络 II	输出端短路 $U_{22}=0$	测 量 值			计 算 值	
		U_{21S} (V)	I_{21S} (mA)	I_{22S} (mA)	C_2	D_2
	10	0.069	0.020	16.832	3.5499	

双口网络 1 的传输方程: $U_1=1.391U_2+0.618I_2$ $I_1=1.961U_2+1.588I_2$

2. 将两个双口网络级联, 即将网络 I 的输出接至网络 II 的输入。用两端口分别测量法测量级联后等效双口网络的传输参数 A、B、C、D, 并验证等效双口网络传输参数与级联的两个双口网络传输参数之间的关系。

输出端开路 $I_2 = 0$			输出端短路 $U_2 = 0$			计 算 传 输 参 数
U_{10} (V)	I_{10} (mA)	R_{10} (K Ω)	U_{1S} (V)	I_{1S} (mA)	R_{1S} (K Ω)	
10	22.627	0.44195	10	22.871	0.437235	
输入端开路 $I_1 = 0$			输入端短路 $U_1 = 0$			A=14.15515 B=2.902549 C=32.02886 D=6.638243
U_{20} (V)	I_{20} (mA)	R_{20} (K Ω)	U_{2S} (V)	I_{2S} (mA)	R_{2S} (K Ω)	
10	48.249	0.207258	10	48.768	0.205052	

[七、实验结果分析、讨论]

验证: $A = A_1A_2 + B_1C_2$ $B = A_1B_2 + B_1D_2$

$C = C_1A_2 + D_1C_2$ $D = C_1B_2 + D_1D_2$

按照上述公式

将 A1, A2, B1, C2 代入 $A=1.392175971*2.699784+0.6176652254*16.83234=14.15533$

近似等于 14.15515

同理 按照公式代入实验数据得

$B=2.902703$ 近似等于 2.902549

$C=32.03024$ 近似等于 32.02886

$D=6.638785$ 近似等于 6.638243

双口网络有两个端口电压和两个端口电流。线性电阻双口网络的电压电流关系由两个线性代数方程来描述。由线性时不变二端电阻和理想变压器构成的互易双口网络，可以用三个二端电阻等效构成的 T 和 Π 电路等效。

[八、实验结论]

通过实验，学会怎样测量双口网络，以及当两个双口网络串联他们输出与输入之间的关系。