

电工原理 实验指导书

编辑：赵锋

校审：邹甲

电气与信息工程实验教学中心

目 录

实验一	电位、电压的测定及电路电位图的绘制.....	1
实验二	基尔霍夫定律的验证.....	4
实验三	戴维南定理和诺顿定理的验证.....	8
实验四	RC 一阶电路的响应与测试.....	12
实验五	三相电路电压、电流的测量.....	16

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. 学会测量电路中各点电位和电压的方法，理解电位的相对性和电压的绝对性。
2. 学会电路电位图的测量、绘制方法。
3. 掌握使用直流稳压电源、直流电压表的使用方法。

二. 原理说明

在一个确定的闭合电路中，各点电位的大小视所选的电位参考点的不同而异，但任意两点之间的电压（即两点之间的电位差）则是不变的，这一性质称为**电位的相对性和电压的绝对性**。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。

若以电路中的电位值作纵坐标，电路中各点位置（电阻或电源）作横坐标，将测量到的各点电位在该坐标平面中标出，并把标出点按顺序用直线条相连接，就可得到电路的电位图，每一段直线段即表示该两点电位的变化情况。而且，任意两点的电位变化，即为该两点之间的电压。

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，但其各点电位变化的规律却是一样的。

三. 实验设备

1. 直流数字电压表、直流数字电流表；
2. 电压源模块；
3. 电路原理（一）、电工原理（一）、或其他名称。
4. 万用表（自备）

四. 实验内容

实验电路如图 1-1 所示，图中的电源 U_{S1} 用恒压源 I 路 $0 \sim +30V$ 可调电源输出端，并将输出电压调到 $+6V$ ， U_{S2} 用 II 路 $0 \sim +30V$ 可调电源输出端，并将输出电压调到 $+12V$ 。

1. 测量电路中各点电位

以图 1-1 中的 A 点作为电位参考点，分别测量 B、C、D、E、F 各点的电位。

用电压表的黑笔端插入 A 点，红笔端分别插入 B、C、D、E、F 各点进行测量，数据记入表 1-1 中。

以 D 点作为电位参考点，重复上述步骤，测得数据记入表 1-1 中。

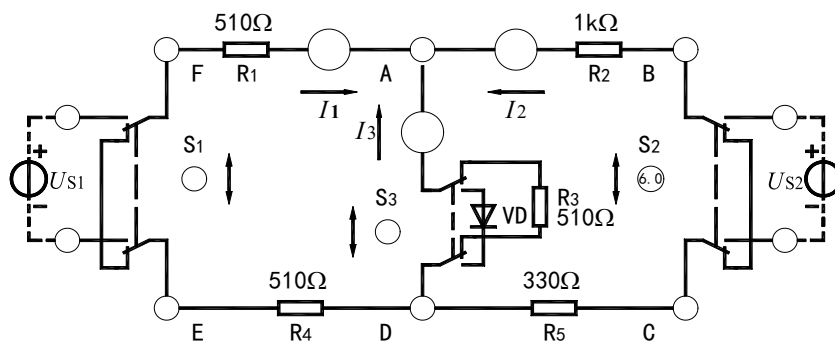
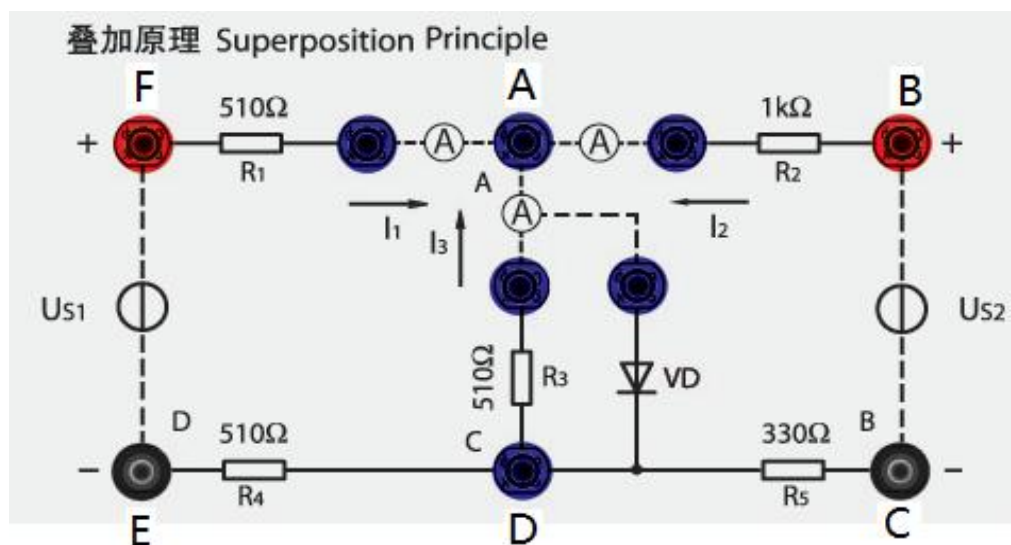


图 1-1



说明：上图为实际电路模块示意图，在 A 点附近的虚线表示该处是断路的，在实验过程中如果需要观测电流，请在接线中串入电流取样插座，无需观测电流请直接用导线短接。如果需要接电压源则直接接入，如果不需要则直接断开，或将该模块的输入点短路，注意不能短接电压源，否则容易造成设备损坏。

2. 测量电路中相邻两点之间的电压值

在图 1-1 中，测量电压 U_{AB} ：将电压表的红笔端插入 A 点，黑笔端插入 B 点，读电压表读数，记入表 1-1 中。按同样方法测量 U_{BC} 、 U_{CD} 、 U_{DE} 、 U_{EF} 及 U_{FA} ，测量数据记入表 1-1 中。

表 1-1 电路中各点电位和电压数据 单位: V

电 位 参考点	V_A	V_B	V_C	V_D	V_E	V_F	U_{AB}	U_{BC}	U_{CD}	U_{DE}	U_{EF}	U_{FA}
A	0											
D				0								

五. 实验注意事项

1. 电路原理 (一)、电工原理 (一)、或其他名称, 组件中的实验电路供多个实验通用, 本次实验没有用到电流插头和插座, 如果是断路的地方, 需要自行连接电流取样插座, 或者需要实验者自行短接断路处。

2. 实验电路中使用的电源 U_{S2} 用 $0 \sim +30V$ 可调电源输出端, 应将输出电压调到 $+12V$ 后, 再接入电路中。并防止电源输出端短路 (短路有一定的概率损坏设备)。

3. 使用数字直流电压表测量电位时, 用黑笔端插入参考电位点, 红笔端插入被测各点, 若显示正值, 则表明该点电位为正 (即高于参考点电位); 若显示负值, 表明该点电位为负 (即该点电位低于参考点电位)。

4. 使用数字直流电压表测量电压时, 红笔端插入被测电压参考方向的正 (+) 端, 黑笔端插入被测电压参考方向的负 (-) 端, 若显示正值, 则表明电压参考方向与实际方向一致; 若显示负值, 表明电压参考方向与实际方向相反。

六. 预习与思考题

1. 电位参考点不同, 各点电位是否相同? 任两点的电压是否相同, 为什么?
2. 在测量电位、电压时, 为何数据前会出现 \pm 号, 它们各表示什么意义?
3. 什么是电位图形? 不同的电位参考点电位图形是否相同? 如何利用电位图形求出各点的电位和任意两点之间的电压。

七. 实验报告要求

1. 根据实验数据, 分别绘制出电位参考点为 A 点和 D 点的两个电位图形。
2. 根据电路参数计算出各点电位和相邻两点之间的电压值, 与实验数据相比较, 对误差作必要的分析。
3. 回答思考题。

实验二 基尔霍夫定律的验证

一. 实验目的

1. 验证基尔霍夫定律，加深对基尔霍夫定律的理解。
2. 掌握直流电流表的使用以及学会用电流插头、插座测量各支路电流的方法。
3. 学习检查、分析电路简单故障的能力。

二. 原理说明

基尔霍夫定律：

基尔霍夫电流定律和电压定律是电路的基本定律，它们分别描述结点电流和回路电压，即对电路中的任一结点而言，在设定电流的参考方向下，应有 $\sum I = 0$ 。一般流出结点的电流取负号，流入结点的电流取正号；对任何一个闭合回路而言，在设定电压的参考方向下，绕行一周，应有 $\sum U = 0$ ，一般电压方向与绕行方向一致的电压取正号，电压方向与绕行方向相反的电压取负号。

在实验前，必须设定电路中所有电流、电压的参考方向，其中电阻上的电压方向应与电流方向一致，见图 2-1 所示。

三. 实验设备

1. 直流数字电压表、直流数字电流表；
2. 恒压源（双路 0~30V 可调）；
3. 电路原理（一）、电工原理（一）、或其他名称。

四. 实验内容

实验电路如图 2-1 所示，图中的电源 U_{S1} 用恒压源 I 路 0~+30V 可调电压输出端，并将输出电压调到 +6V， U_{S2} 用恒压源 II 路 0~+30V 可调电压输出端，并将输出电压调到 +12V（以直流数字电压表读数为准）。

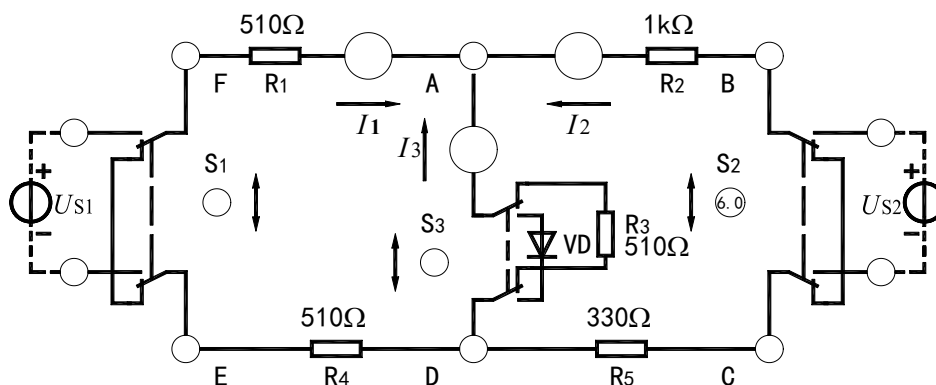
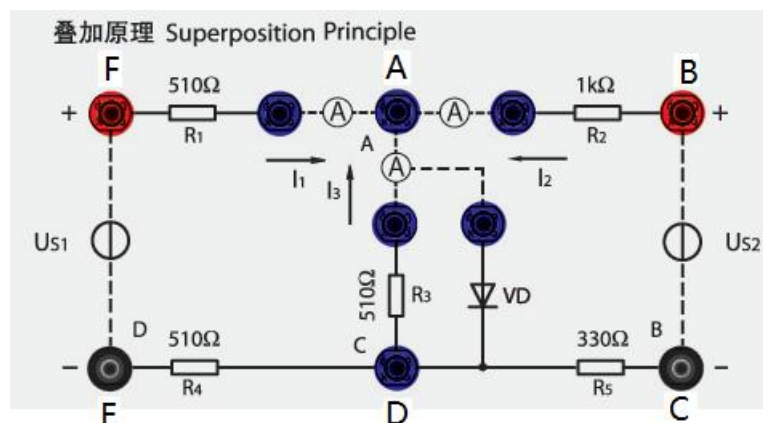


图 2-1



说明：上图为实际电路模块示意图，在 A 点附近的虚线表示该处是断路的，在实验过程中如果需要观测电流，请在接线中串入电流取样插座，无需观测电流请直接用导线短接。如果需要接电压源则直接接入，如果不需要则直接断开，或将该模块的输入点短路，注意不能短接电压源，否则容易造成设备损坏。

实验前先设定三条支路的电流参考方向，如图 2—1 中的 I_1 、 I_2 、 I_3 所示，并熟悉线路结构，掌握各开关的操作使用方法。

1. 熟悉电流插头的结构，将电流插头的红接线端插入数字电流表的红（正）接线端，电流插头的黑接线端插入数字电流表的黑（负）接线端。

2. 测量支路电流

将电流插头分别插入三条支路的三个电流插座中，读出各个电流值。按规定：在结点 A，电流表读数为‘+’，表示电流流入结点，读数为‘-’，表示电流流出结点，然后根据图 2—1 中的电流参考方向，确定各支路电流的正、负号，并记入表 2—1 中。

表 2-1 支路电流数据

支路电流(mA)	I_1	I_2	I_3
计算值			
测量值			
相对误差			

3. 测量元件电压

用直流数字电压表分别测量两个电源及电阻元件上的电压值，将数据记入表 2-2 中。测量时电压表的红（正）接线端应插入被测电压参考方向的高电位端，黑（负）接线端插入被测电压参考方向的低电位端。

表 2-2 各元件电压数据

各元件电压	U_S	U_S	U_R	U_R	U_R	U_R	U_R
计算值 (V)							
测量值 (V)							
相对误差							

五. 实验注意事项

1. 电路原理（一）、电工原理（一）、或其他名称，组件中的实验电路供多个实验通用，本次实验需要用到电流取样插座，在不同的版本的设备上由于结构的原因线路的连接有所不同，有些版本在电流取样插座位置为悬空，需要自行连接电流取样插座。

2. 实验电路中使用的电源 U_{S2} 用 0~+30V 可调电源输出端，应将输出电压调到 +6V、+12V 后，再接入电路中。并防止电源输出端短路（短路有一定的概率损坏设备）。

3. 所有需要测量的电压值，均以电压表测量的读数为准，不以电源表盘指示值为准。

4. 防止电源两端碰线短路。

5. 若用指针式电流表进行测量时，要识别电流插头所接电流表的“+、-”极性，倘若不换接极性，则电表指针可能反偏而损坏设备（电流为负值时），此时必须调换电流表极性，重新测量，此时指针正偏，但读得的电流值必须冠以负号。

六. 预习与思考题

1. 根据图 2-1 的电路参数，计算出待测的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和各电阻上的电压值，记入表 2-2 中，以便实验测量时，可正确地选定毫安表和电压表的量程；

2. 在图 2-1 的电路中，A、D 两结点的电流方程是否相同？为什么？

3. 在图 2-1 的电路中可列几个电压方程？它们与绕行方向有无关系？

4. 实验中，若用指针万用表直流毫安档测各支路电流，什么情况下可能出现毫安表指针反偏，应如何处理，在记录数据时应注意什么？若用直流数字毫安表进行测量时，

则会有什么显示呢？

七. 实验报告要求

1. 回答思考题。
2. 根据实验数据，选定实验电路中的任一个结点，验证基尔霍夫电流定律（KVL）的正确性。
3. 根据实验数据，选定实验电路中的任一个闭合回路，验证基尔霍夫电压定律（KCL）的正确性。
4. 列出求解电压 U_{EA} 和 U_{CA} 的电压方程，并根据实验数据求出它们的数值。
5. 写出实验中检查、分析电路故障的方法，总结查找故障的体会。

实验三 戴维南定理和诺顿定理的验证

一. 实验目的

1. 验证戴维南定理、诺顿定理的正确性，加深对该定理的理解。
2. 掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。

二. 实验原理

1. 戴维南定理和诺顿定理

戴维南定理指出：任何一个有源二端网络如图 3-1 (a)，总可以用一个电压源 U_s 和一个电阻 R_s 串联组成的实际电压源来代替如图 3-1 (b)，其中：电压源 U_s 等于这个有源二端网络的开路电压 U_{OC} ，内阻 R_s 等于该网络中所有独立电源均置零(电压源短接，电流源开路)后的等效电阻 R_O 。

诺顿定理指出：任何一个有源二端网络如图 3-1 (a)，总可以用一个电流源 I_s 和一个电阻 R_s 并联组成的实际电流源来代替如图 3-1 (c)，其中：电流源 I_s 等于这个有源二端网络的短路电流 I_{SC} ，内阻 R_s 等于该网络中所有独立电源均置零(电压源短接，电流源开路)后的等效电阻 R_O 。

U_s 、 R_s 和 I_s 、 R_s 称为有源二端网络的等效参数。

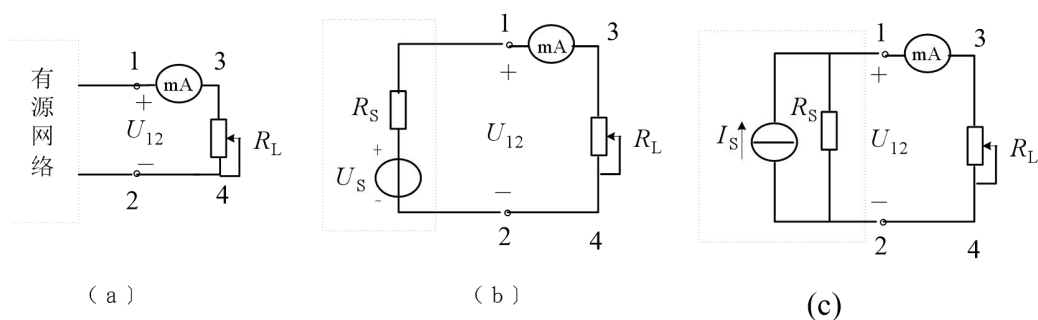


图 3-1

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

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，

测其短路电流 I_{SC} ，且内阻为：
$$R_s = \frac{U_{OC}}{I_{SC}}。$$

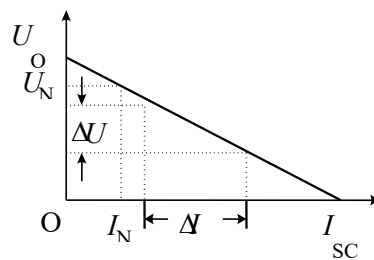


图 3-2

若有源二端网络的内阻值很低时，则不宜测其短路电流。

(2) 伏安法

一种方法是用电压表、电流表测出有源二端网络的外特性曲线，如图 3-2 所示。开路电压为 U_{OC} ，根据外特性曲线求出斜率 $\tan\phi$ ，则内阻为：

$$R_S = \tan\phi = \frac{\Delta U}{\Delta I}。$$

另一种方法是测量有源二端网络的开路电压 U_{OC} ，以及额定电流 I_N 和对应的输出端额定电压 U_N ，如图 3-1 所示，则内阻为：
$$R_S = \frac{U_{OC} - U_N}{I_N}。$$

三. 实验设备

1. 直流数字电压表、直流数字电流表；
2. 恒压源（双路 0~30V 可调）；
3. 恒源流（0~200mA 可调）；
4. 电路原理（二）、电工原理（一）、元件箱或其他名称；

四. 实验内容

被测有源二端网络如图 3-3 所示。下面有两个图，分别对应不同的版本，图 3-3 输出部分接通导线与否来实现短路和开路。

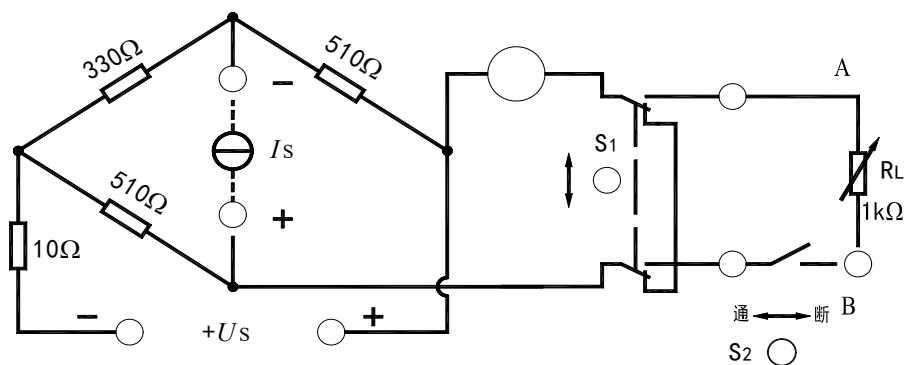
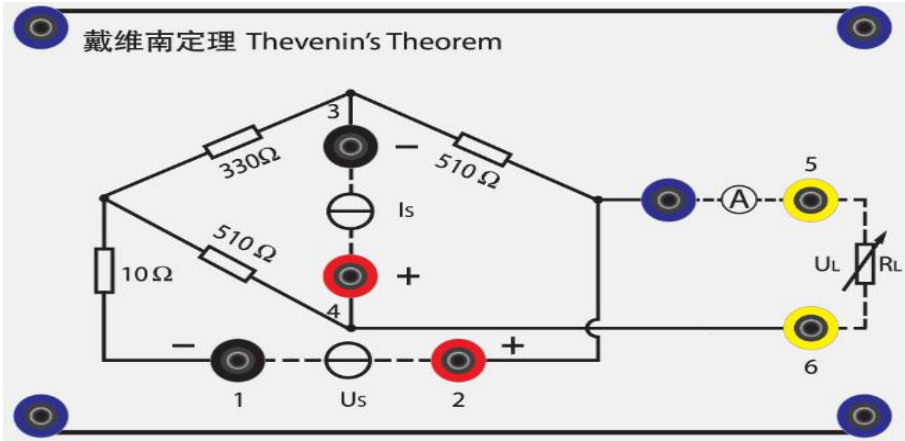


图 3-3



1. 在图 3-3 所示线路接入恒压源 $U_s=12V$ 和恒流源 $I_s=20mA$ 及可变电阻 R_L 。
- 测开路电压 U_{oc} ：在图 3-3 电路中，断开负载 R_L ，用电压表测量开路电压 U_{oc} ，将数据记入表 3-1 中。
- 测短路电流 I_{sc} ：在图 3-3 电路中，将负载 R_L 短路，用电流表测量短路电流 I_{sc} ，将数据记入表 3-1 中。

表 3-1

$U_{oc}(V)$	$I_{sc}(mA)$	$R_s=U_{oc}/I_{sc}$

2. 负载实验

测量有源二端网络的外特性：在图 3-3 电路中，改变负载电阻 R_L 的阻值，逐点测量对应的电压、电流，将数据记入表 3-2 中。并计算有源二端网络的等效参数 U_s 和 R_s 。

表 3-2

$R_L(\Omega)$	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100
$U(V)$										
$I(mA)$										

3. 验证戴维南定理

测量有源二端网络等效电压源的外特性：图 3-1(b) 电路是图 3-3 的等效电压源电路，图中，电压源 U_s 用恒压源的可调稳压输出端，调整到表 3-1 中的 U_{oc} 数值，内阻 R_s 按表 3-1 中计算出来的 R_s （取整）选取固定电阻。然后，用电阻箱改变负载电阻 R_L 的阻值，逐点测量对应的电压、电流，将数据记入表 3-3 中。

表 3-3 有源二端网络等效电流源的外特性数据

$R_L(\Omega)$	990	900	800	700	600	500	400	300	200	100
$U(V)$										
$I(mA)$										

4. 验证诺顿定理

测量有源二端网络等效电流源的外特性：恒流源调整到表 3—1 中的 I_{sc} 数值，内阻 R_s 按表 3—1 中计算出来的 R_s （取整）选取固定电阻。然后，用电阻箱改变负载电阻 R_L 的阻值，逐点测量对应的电压、电流，将数据记入表 3—4 中。

表 3-4 有源二端网络等效电流源的外特性数据

$R_L(\Omega)$	990	900	800	700	600	500	400	300	200	100
$U_{AB}(V)$										
$I(mA)$										

五. 实验注意事项

1. 测量时，注意电流表量程的更换。
2. 改接线路时，要关掉电源。

六. 预习与思考题

1. 如何测量有源二端网络的开路电压和短路电流，在什么情况下不能直接测量开路电压和短路电流？
2. 说明测量有源二端网络开路电压及等效内阻的几种方法，并比较其优缺点。

七. 实验报告要求

1. 回答思考题。
2. 根据表 3—1 和表 3—2 的数据，计算有源二端网络的等效参数 U_s 和 R_s 。
3. 根据半电压法和零示法测量的数据，计算有源二端网络的等效参数 U_s 和 R_s 。
4. 实验中用各种方法测得的 U_{oc} 和 R_s 是否相等？试分析其原因。
5. 根据表 3—2、表 3—3 和表 3—4 的数据，绘出有源二端网络和有源二端网络等效电路的外特性曲线，验证戴维南定理和诺顿定理的正确性。
6. 说明戴维南定理和诺顿定理的应用场合。

实验四 RC 一阶电路的响应与测试

一. 实验目的

1. 研究 RC 一阶电路的零输入响应、零状态响应和全响应的规律和特点。
2. 学习一阶电路时间常数的测量方法，了解电路参数对时间常数的影响。
3. 掌握微分电路和积分电路的基本概念。

二. 原理说明

1. RC 一阶电路的零状态响应

RC 一阶电路如图 4-1 所示，开关 S 在‘1’的位置， $u_C=0$ ，处于零状态，当开关 S 合向‘2’的位置时，电源通过 R 向电容 C 充电， $u_C(t)$ 称为零状态响应，

$$u_C = U_S - U_S e^{-\frac{t}{\tau}}$$

变化曲线如图 4-2 所示，当 u_C 上升到 $0.632U_S$

所需要的时间称为时间常数 τ ， $\tau = RC$ 。

2. RC 一阶电路的零输入响应

在图 4-1 中，开关 S 在‘2’的位置电路稳定后，再合向‘1’的位置时，电容 C 通过 R 放电， $u_C(t)$ 称为零输入响应，

$$u_C = U_S e^{-\frac{t}{\tau}}$$

变化曲线如图 4-3 所示，当 u_C 下降到 $0.368U_S$ 所需要的时间称为时间常数 τ ， $\tau = RC$ 。

3. 测量 RC 一阶电路时间常数 τ

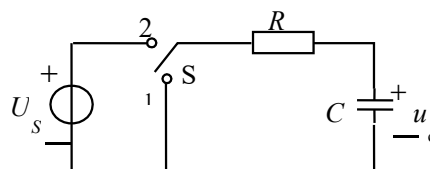


图 4-1

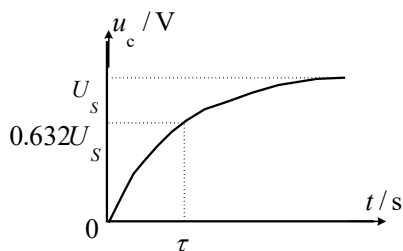


图 4-2

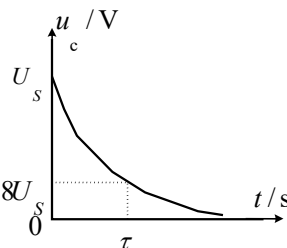


图 4-3

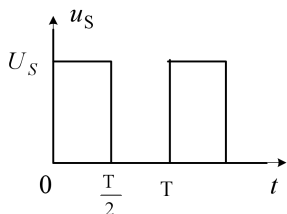


图 4-4

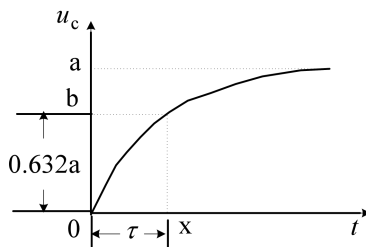


图 4-5

图 4-1 电路的上述暂态过程很难观察，为了用普通示波器观察电路的暂态过程，需采用图 4-4 所示的周期性方波 u_s 作为电路的激励信号，方波信号的周期为 T ，只要满足 $\frac{T}{2} \geq 5\tau$ ，便可在示波器的荧光屏上形成稳定的响应波形。

电阻 R 、电容 C 串联与方波发生器的输出端连接，用双踪示波器观察电容电压 u_C ，便可观察到稳定的指数曲线，如图 4-5 所示，在荧光屏上测得电容电压最大值 $U_{Cm} = a \text{ (cm)}$ ，取 $b = 0.632a \text{ (cm)}$ ，与指数曲线交点对应时间 t 轴的 x 点，则根据

时间 t 轴比例尺（扫描时间 $\frac{t}{\text{cm}}$ ），该电路的时间常数

$$\tau = x \text{ (cm)} \times \frac{t}{\text{cm}}。$$

4. 微分电路和积分电路

在方波信号 u_s 作用在电阻 R 、电容 C 串联电路中，当满足电路时间常数 τ 远远小于方波周期 T 的条件时，电阻两端（输出）的电压 u_R 与方波输入信号 u_s 呈微分关系， $u_R \approx RC \frac{du_s}{dt}$ ，该电路称为微分电路。

当满足电路时间常数 τ 远远大于方波周期 T 的条件时，电容 C 两端（输出）的电压 u_C 与方波输入信号 u_s 呈积分关系， $u_C \approx \frac{1}{RC} \int u_s dt$ ，该电路称为积分电路。

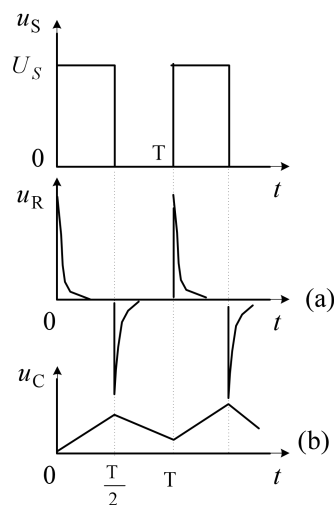


图 4-6

微分电路和积分电路的输出、输入关系如图 4-6 (a)、(b) 所示。

三. 实验设备

1. 双踪示波器（自备）；
2. 信号源（方波输出）；
3. 元件箱组件、或其他名称。

四. 实验内容

实验电路如图 4-7 所示，图中电阻 R 、电容 C 从元件箱组件上选取（请看懂线路板的走线，认清激励与响应端口所在的位置；认清 R 、 C 元件的布局及其标称值，各开关的通断位置等），用双踪示波器观察电路激励（方波）信号和响应信号。 u_s 为方波输出信号，将信号源的“波形选择”开关置方波信号位置上，将信号源的信号输出端与示波器探头连接，接通信号源电源，调节信号源的频率旋钮（包括“频段选择”开关、频

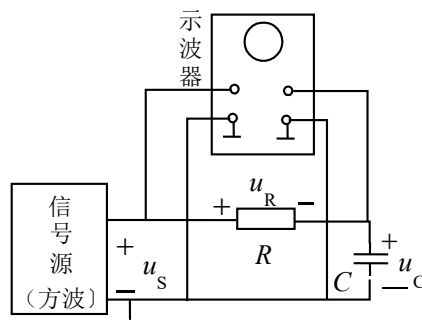


图 4-7

率粗调和频率细调旋钮)，使输出信号的频率为 1kHz （由频率计读出），调节输出信号的“幅值调节”旋钮，使方波的峰—峰值 $V_{p-p}=2\text{V}$ ，固定信号源的频率和幅值不变。

1. RC 一阶电路的充、放电过程

（1）测量时间常数 τ ：令 $R=10\text{k}\Omega$ ， $C=0.01\mu\text{F}$ ，用示波器观察激励 u_s 与响应 u_c 的变化规律，测量并记录时间常数 τ 。

（2）观察时间常数 τ （即电路参数 R 、 C ）对暂态过程的影响：令 $R=10\text{k}\Omega$ ， $C=0.01\mu\text{F}$ ，观察并描绘响应的波形，继续增大 C （取 $0.01\mu\text{F}\sim 0.1\mu\text{F}$ ）或增大 R （取 $10\text{k}\Omega$ 、 $30\text{k}\Omega$ ），定性地观察对响应的影响。

2. 微分电路和积分电路

（1）积分电路：令 $R=100\text{k}\Omega$ ， $C=0.01\mu\text{F}$ ，用示波器观察激励 u_s 与响应 u_c 的变化规律。

（2）微分电路：将实验电路中的 R 、 C 元件位置互换，令 $R=100\Omega$ ， $C=0.01\mu\text{F}$ ，用示波器观察激励 u_s 与响应 u_R 的变化规律。

五. 实验注意事项

1. 调节电子仪器各旋钮时，动作不要过猛。实验前，尚需熟读双踪示波器的使用说明，特别是观察双踪时，要特别注意开关，旋钮的操作与调节以及示波器探头的地线不允许同时接不同电势。

2. 信号源的接地端与示波器的接地端要连在一起（称共地），以防外界干扰而影响测量的准确性。

3. 示波器的辉度不应过亮，尤其是光点长期停留在荧光屏上不动时，应将辉度调暗，以延长示波管的使用寿命。

4. 数字示波器可以调节扫描的速度，请调节到合适的位置，也可以用暂停的功能记录波形，进行具体数量的分析。

六、预习与思考题

1. 用示波器观察 RC 一阶电路零输入响应和零状态响应时，为什么激励必须是方波信号？

2. 已知 RC 一阶电路的 $R=10\text{k}\Omega$ ， $C=0.01\mu\text{F}$ ，试计算时间常数 τ ，并根据 τ 值的物理意义，拟定测量 τ 的方案。

3. 在 RC 一阶电路中，当 R 、 C 的大小变化时，对电路的响应有何影响？

4. 何谓积分电路和微分电路，它们必须具备什么条件？它们在方波激励下，其输出信号波形的变化规律如何？这两种电路有何功能？

七. 实验报告要求

1. 根据实验 1（1）观测结果，绘出 RC 一阶电路充、放电时 U_c 与激励信号对应的变化曲线，由曲线测得 τ 值，并与参数值的理论计算结果作比较，分析误差原因。

2. 根据实验 2 观测结果，绘出积分电路、微分电路输出信号与输入信号对应的波

形。

3. 回答思考题 3、4。

实验五 三相电路电压、电流的测量

一. 实验目的

1. 练习三相负载的星形联接和三角形联接；
2. 了解三相电路线电压与相电压，线电流与相电流之间的关系；
3. 了解三相四线制供电系统中，中线的作用；
4. 观察线路故障时的情况。

二. 原理说明

电源用三相四线制向负载供电，三相负载可接成星形（又称‘Y’形）或三角形（又称‘Δ’形）。

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，线电流 I_L 等于相电流 I_P ，即： $U_L = \sqrt{3}U_P$ ， $I_L = I_P$ ，流过中线的电流 $I_N=0$ ；作‘Δ’形联接时，线电压 U_L 等于相电压 U_P ，线电流 I_L 是相电流 I_P 的 $\sqrt{3}$ 倍，即：

$$I_L = \sqrt{3}I_P, \quad U_L = U_P$$

不对称三相负载作‘Y’联接时，必须采用‘Y₀’接法，中线必须牢固联接，以保证三相不对称负载的每相电压等于电源的相电压（三相对称电压）。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；对于不对称负载作‘Δ’联接时， $I_L \neq \sqrt{3} I_P$ ，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。

本实验中，用三相调压器调压输出作为三相交流电源，用三组白炽灯作为三相负载，线电流、相电流、中线电流用电流插头和插座测量。

三. 实验设备

1. 三相交流电源
2. 交流电压表、电流表
3. 三相灯泡负载组件

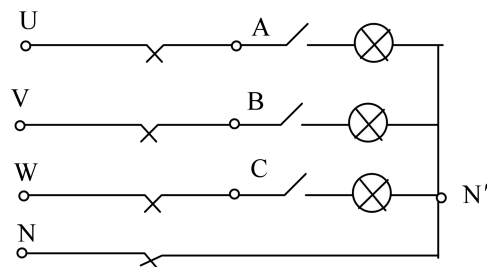


图 5-1

四. 实验内容

1. 三相负载星形联接（三相四线制供电）

实验电路如图 5-1 所示，将白炽灯按图所示，连接成星形接法。用三相调压器调压输出作为三相交流电源，具体操作如下：将三相调压器的旋钮置于三相电压输出为 0 V 的位置（即逆时针旋到底的位置），然后旋转旋钮，调节调压器的输出，使输出的三相线电压为 220 V。测量线电压和相电压，并记录数据。

(1)在有中线的情况下，测量三相负载对称和不对称时的各相电流、中线电流和各相电压，将数据记入表 5-1 中，并记录各灯的亮度。

(2)在无中线的情况下，测量三相负载对称和不对称时的各相电流、各相电压和电源中点 N 到负载中点 N' 的电压 $U_{NN'}$ ，将数据记入表 5-1 中，并记录各灯的亮度。

表 5-1 负载星形联接实验数据

中线 连接	每相灯数			负载相电压（V）			电流（A）				$U_{NN'}$ （V）	亮度比较 A、B、C
	A	B	C	U_A	U_B	U_C	I_A	I_B	I_C	I_N		
有	1	1	1									
	1	2	1									
	1	断 开	2									
无	1	断 开	2									
	1	2	1									
	1	1	1									
	1	短 路	3									

2. 三相负载三角形联接

将白炽灯连接成三角形接法，如图 5-2 所示。调节三相调压器的输出电压，使输出的三相线电压为 220 V。测量三相负载对称和不对称时的各相电流、线电流和各相电压，将数据记入表 5-2 中，并记录各灯的亮度。

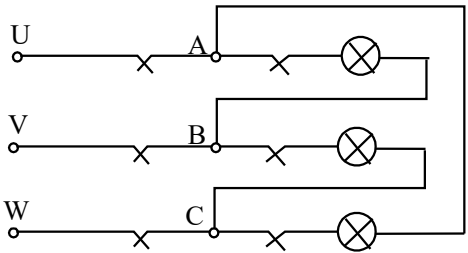


图 5-2

表 5—2 负载三角形联接实验数据

每相灯数			相电压 (V)			线电流 (A)			相电流 (A)			亮度 比较
A-B	B-C	C-A	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_A	I_B	I_C	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	
1	1	1										
1	2	1										

五. 实验注意事项

1. 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，后抓线的实验操作原则。
2. 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。
3. 测量、记录各电压、电流时，注意分清它们是哪一相、哪一线，防止记错。

六. 预习与思考题

1. 三相负载根据什么原则作星形或三角形连接？本实验为什么将三相电源线电压设定为 220V？
2. 三相负载按星形或三角形连接，它们的线电压与相电压、线电流与相电流有何关系？当三相负载对称时又有何关系？
3. 说明在三相四线制供电系统中中线的作用，中线上能安装保险丝吗？为什么？

七. 实验报告要求

1. 根据实验数据，在负载为星形连接时， $U_l = \sqrt{3}U_p$ 在什么条件下成立？在三角形连接时， $I_l = \sqrt{3}I_p$ 在什么条件下成立？
 2. 用实验数据和观察到的现象，总结三相四线制供电系统中中线的作用；
 3. 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？
- 根据不对称负载三角形联接时的实验数据，画出各相电压、相电流和线电流的相量图，并证实实验数据的正确性。