

## 一、实验背景及目的

本次实验是对戴维南定理和诺顿定理进行验证。这两个定理是电学部分常用到的对有源线性二端网络等效的定理。如何去求解该有源线性二端网络的等效电阻，开路电压和短路电流是使用戴维南/诺顿定理的关键。一般求解是采用计算的方式去求开路电压和短路电流，进而求等效电阻，在这次实验中，我们采用实验验证的方式，直接使用电压表和电流表去测量进行验证。通过实验测量的方式，可以加深对理论知识的理解和掌握，提高动手实践能力。

## 二、实验环境

Multisim 14.0 , Windows10

## 三、实验原理

### 1. 戴维南定理和诺顿定理

#### ● 戴维南定理

对于线性有源二端网络，无论电路多复杂，均可等效为一个电压源与电阻相串联的电路。电路等效如图 1 所示

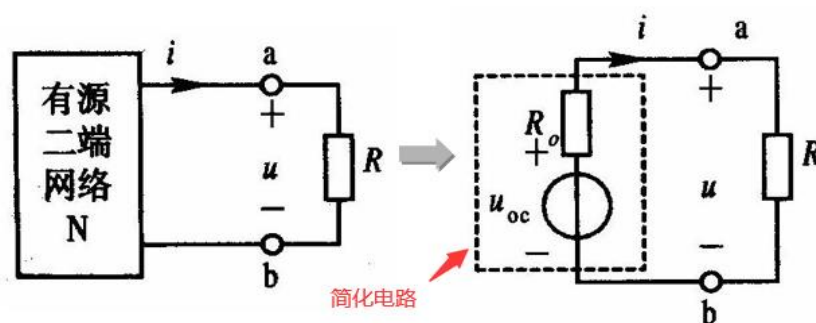


图 1

#### ● 诺顿定理

对于线性有源二端网络，无论电路多复杂，均可等效为一个电流源与电阻相并联的电路。电路等效如图 2 所示

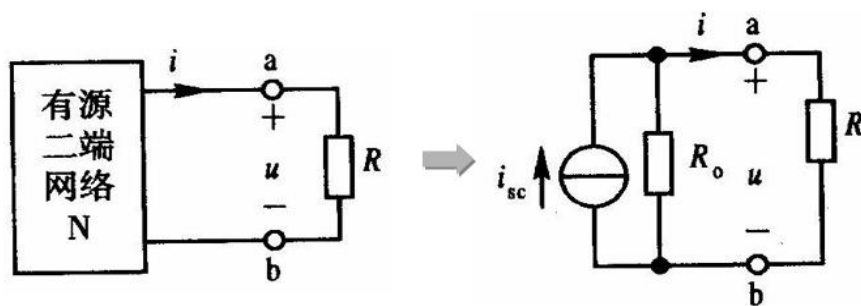


图 2

## 2. 实验方法

### ● 开路电压和短路电流的测量

将电路从要测量的部分断开，和电压表并联，测量该所要等效电路的开路电压。将断开处使用导线连接，和电流表串联，测量短路电流。

### ● 外加电源法求等效电阻

等效电阻的测量存在多种实验方法。可以使用测量开路电压和短路电流的值，求其比值；也可以从断开处外加电压源，将该网络中所有独立源置 0，即电压源短路，电流源断路，求在外加电压源的作用下，通过这个网络的电流，所加电压和电流的比值就是等效电阻。

这次实验采用外加电源法求等效电阻，然后和开路短路法的计算结果进行比较，看两种方法测量的结果是否一致。

### ● 验证戴维南/诺顿定理

测量未等效电路中某个电阻的电压和电流关系；使用戴维南/诺顿定理等效后，再次测量该电阻的电压和电流的关系，如果关系一致，说明使用戴维南定理可以将一个复杂电路转化为一个电压源和一个电阻串联，或者是使用诺顿定理可以将一个复杂电路转化为一个电流源和一个电阻并联，进行验证了两个定理的正确性。

## 四、实验过程

### 1. 电路设计

设计的电路如图 3 所示，实验中将黄色实线左侧的电路使用戴维南/诺顿定理等效，测量右侧电阻  $R_3$  的电压和电流关系验证两个定理。

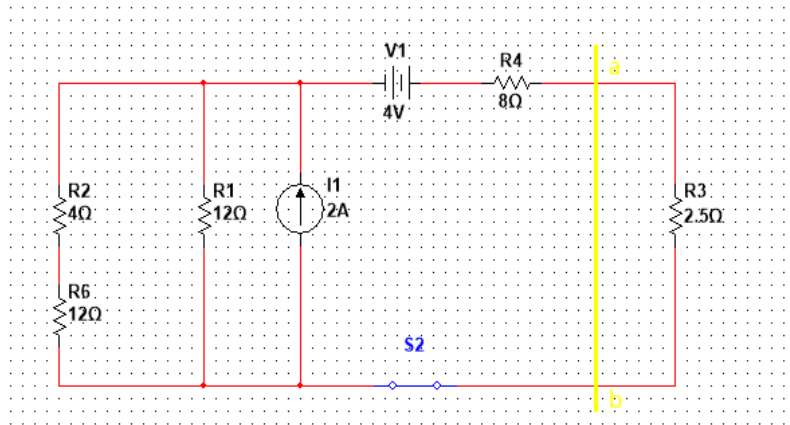


图 3

## 2. 开路电压和短路电流的测量

测量开路电压的电路设计如图 4，保留所有独立源，将电压表并联在 a, b 两端。从图 4 中可以看出开路电压  $U_{oc}=17.714V$ 。

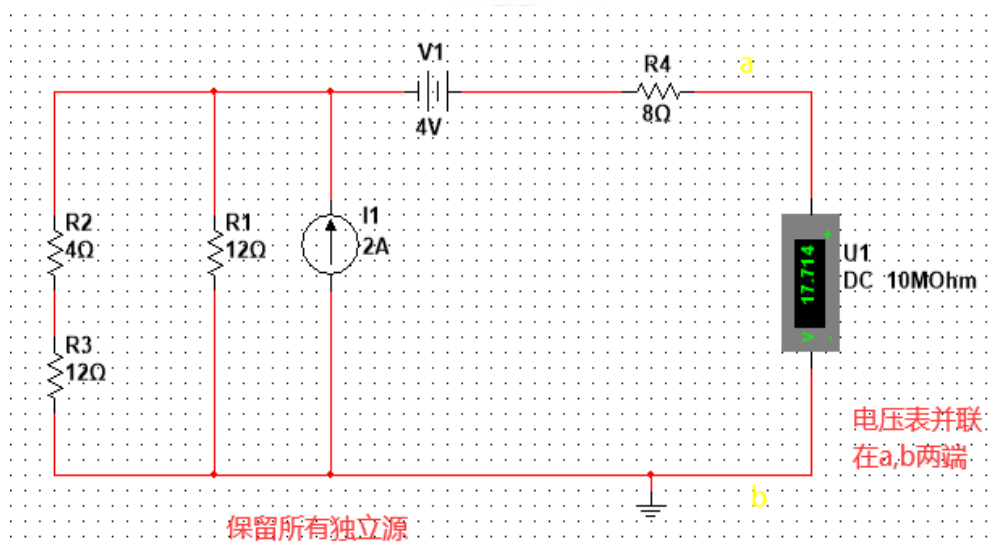


图 4

测量短路电流的设计如图 5，保留所有独立源，使用导线将 a, b 连接起来，将电流表和其串联。从图 5 中可以看出短路电流  $I_{sc}=1.192A$

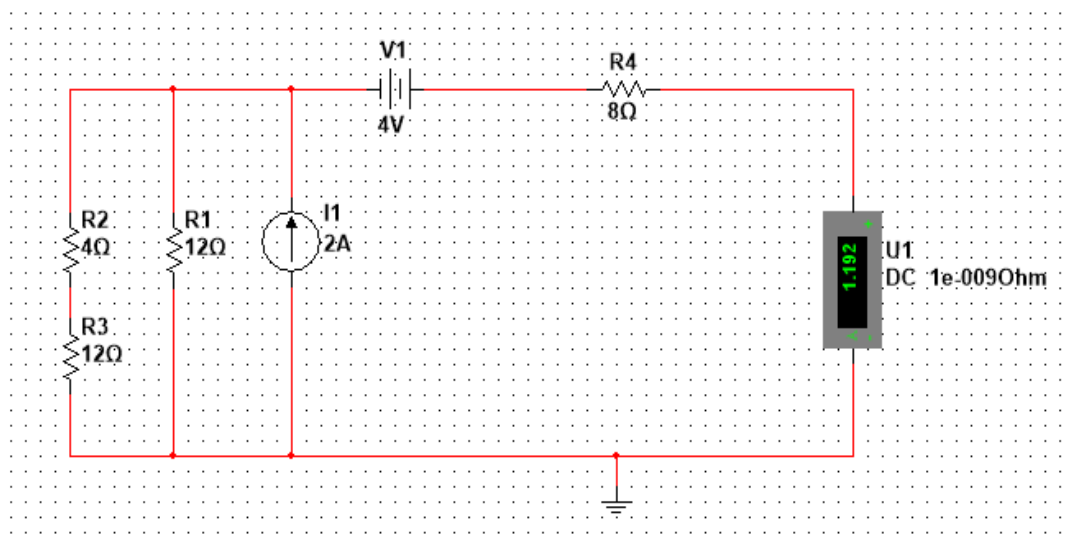


图 5

根据开路电压和短路电流可以得到等效电阻  $R_o = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} = \frac{17.714}{1.192} = 14.86 \Omega$ 。

### 3. 测量等效电阻

测量电路如图 6 所示，外加 10V 的电压，串联一个电流表测量电流值。这里电流表测量得到的电流值为 0.673A，计算等效电阻  $R_o = \frac{U_s}{I} = \frac{10}{0.673} = 14.86 \Omega$ 。

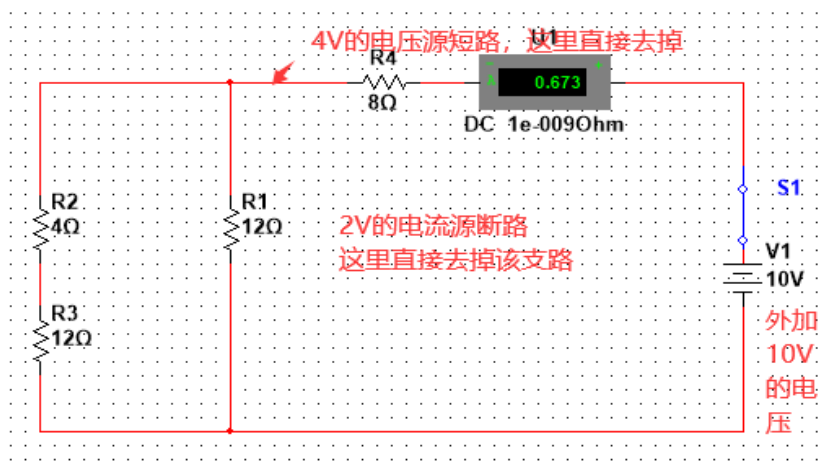


图 6

### 4. 验证戴维南定理

使用电压表和电流表分别测量 R3 两端的电压和通过的电流，测量结果如图 7 所示。

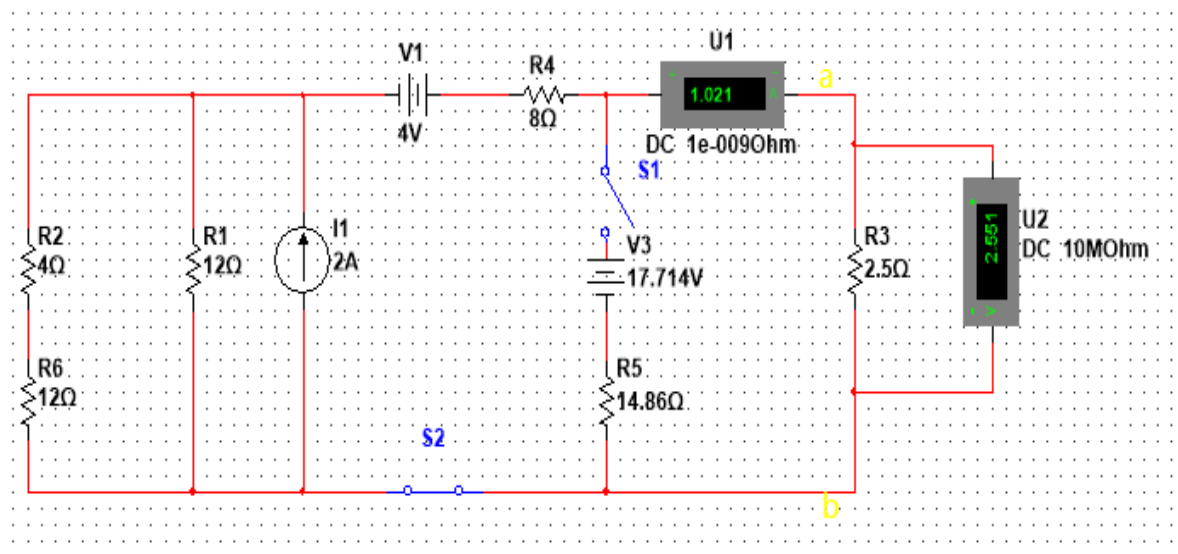


图 7

断开 S2, 闭合 S1, 将图 3 中 a, b 两端电路使用戴维南定理等效为一个 17.714V 的电压源和阻值为  $14.86\Omega$  电阻串联, 如图 8, 再次测量 R3 两端电压和通过的电流, 测得电压为 2.551V, 电流为 1.02A。

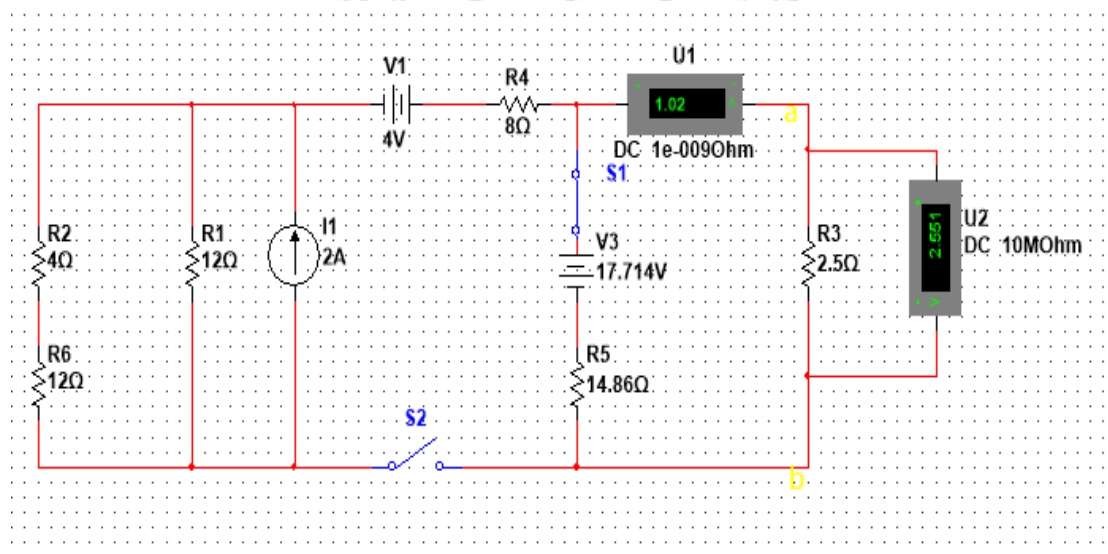


图 8

## 5. 验证诺顿定理

断开 S2, 闭合 S1, S3, S4, S5, 将图 3 中 a, b 两端电路使用诺顿定理等效为一个 1.192A 的电流源和阻值为  $14.86\Omega$  电阻并联, 如图 9, 再次测量 R3 两端电压和通过的电流, 测得电压为 2.551V, 电流为 1.02A。

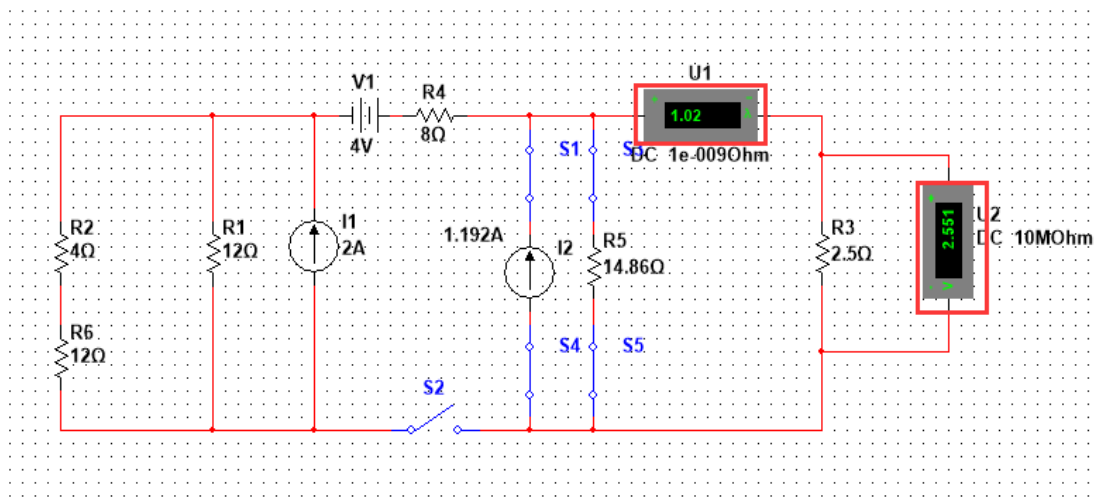


图 9

## 五、实验结果分析

### 1. 两种方法测量的等效电阻

使用开路电压和短路电流测量得到等效电阻为  $R_o = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} = 14.86 \Omega$ ，使用外接电压源测量得到的等效电阻  $R_o = \frac{U_s}{I} = 14.86 \Omega$ ，结果一样，说明测量得到的等效电阻是正确的。

### 2. 戴维南定理和诺顿结果的实验结果分析

图 7 中对 R3 的电压和电流测量，测量得到电压为 2.551V，电流为 1.021A。使用戴维南定理将电路转化为电压源和电阻串联的电路模型，即图 8，对 R3 的电压和电流进行测量，测得电压为 2.551V，电流为 1.02A，在误差允许的范围内，说明两个电路是等效的，验证了戴维南定理的正确性。使用诺顿定理将电路转化为电流源和电阻并联的电路模型，即图 9，对 R3 的电路和电流进行测量，测得电压为 2.551V，电流为 1.02A，在误差允许的范围内，说明两个电路是等效的，验证了诺顿定理的正确性。

## 六、总结反思

本次实验针对设计好的电路，先使用电压表和电流表测量开路电压和短路电流，以及计算得到等效电阻，得到戴维南/诺顿定理等效后，对某个电阻元件的电压和电流测量，观察两次测量结果是否相等，从而验证两个定理的正确性。

通过本次实验，我对 Multisim 软件的使用更加熟练。从电路的设计到绘制

---

成图，再到仿真过程验证叠加原理，同时我对戴维南定理和诺顿定理也有了更进一步的理解，加深了印象。

