

# 东南大学电工电子实验中心

# 实验报告

课程名称: 电路实验

## 第 2 次实验

## 实验名称:应用 Multisim 软件工具设计电路验证网络定理

院（系）: 自动化 专 业: 自动化

姓 名: 邹滨阳 学 号: 08022305

实 验 室: \_\_\_\_\_ 实验组别: \_\_\_\_\_

同组人员：\_\_\_\_\_实验时间：2023 年 10 月 30 日

评定成绩: \_\_\_\_\_ 审阅教师: \_\_\_\_\_

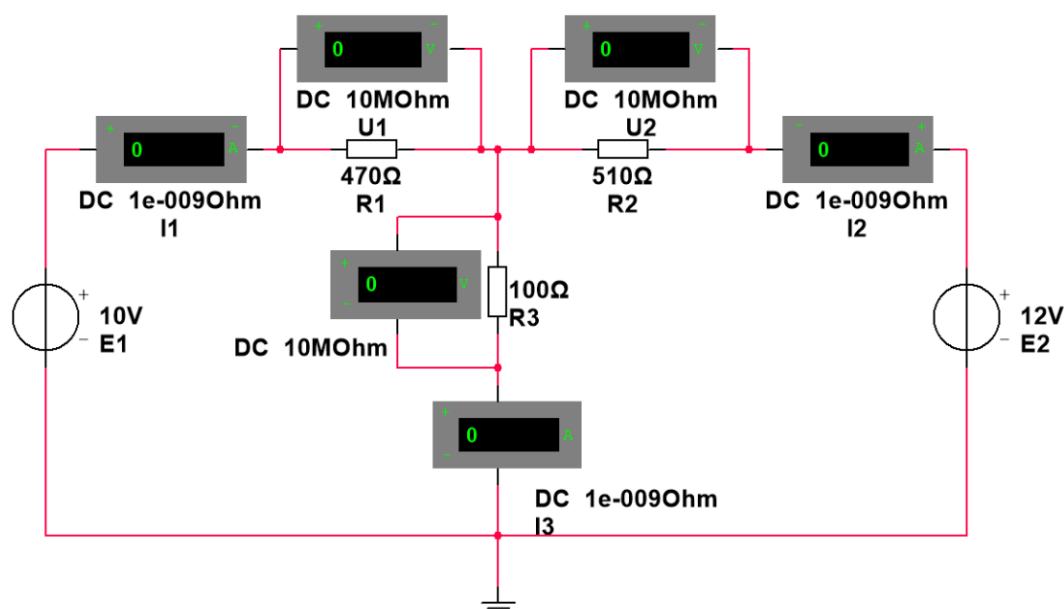
## 一、实验目的

- (1) 通过实验加深对参考方向、基尔霍夫定理、叠加定理、戴维南定理的理解；
- (2) Multisim 软件入门：元器件配置、电路连接、电路参数测试；
- (3) 通过学习对实验结果的分析对比，了解虚拟仿真与实物实验的差异。

## 二、实验原理（预习报告内容即预习要求相关内容，如无，则简述相关的理论知识

点。不得大篇幅复制教学计划内容）

- 1, 复习基尔霍夫定理
- 2, 复习叠加定理
- 3, 复习戴维南定理
- 4, 确定实验电路及参数



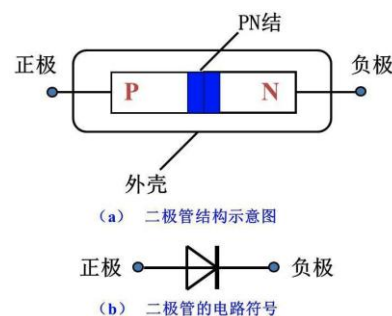
- 5, 查找资料，了解二极管特性。

二极管由 P 型半导体、N 型半导体、一个 PN 结、电极引线 and 管壳封装而成。将 P 型半导体与 N 型半导体制作在同一块半导体（硅 Si 或锗 Ge）基片上，在交界面上会形成 PN 结。

- PN 结外加正向电压：P 区接正极，N 区接负极，称为正偏
- PN 结外加反向电压：P 区接负极，N 区接正极，称为反偏
- PN 结正偏：容易导电
- PN 结反偏：不容易导电
- 正向特性

外加正向电压时，若正向电压很小，不足以克服 PN 结内电场的阻挡作用，正向电流几乎为零，这一段称为**死区**；

当正向电压大于阈值电压  $U_{th}$ （开启电压），正向电流开始明显增大；当大于导通电压，二极管处于完全导通状态，此时两端电压变化很小。硅（锗）管的开启电压为 0.6



(0.2) V, 导通电压为 0.7 (0.3) V。

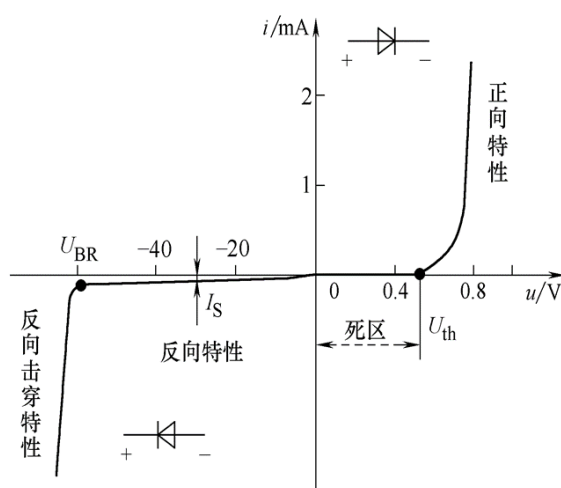
➤ **反向特性**

外加反向电压不超过一定范围时, 会形成反向电流, 二极管处于**截止状态**;

反向电流很小 ( $i \approx -I_S$ ), 且几乎不变, 称  $I_S$  为反向饱和电流。

➤ **反向击穿特性**

外加反向电压超过某一数值时, 反向电流会突然增大, 这称为**电击穿**; 二极管的反向击穿电压  $U_{BR}$  一般在几十伏以上。



➤ **静态开关特性**

加正向电压时导通, 电压降很小 ( $\approx 0.7\text{ V}$ ), 近似看做是一闭合开关;

外加反向电压时二极管截止, 反向电流很小 ( $< 1\text{ }\mu\text{A}$ ), 故近似看做是一断开开关。

➤ **动态开关特性**

二极管在动态过程中其内部电荷的建立和消散都需要时间, 此时间虽短 (约为几纳秒), 但毕竟存在, 故影响二极管的开关速度。

➤ **理想二极管**

当管子正向偏置时, 其电压降为零伏; 而当管子反向偏置时, 其电阻为无穷大, 电流为零。

### 三、 实验内容

#### 1、基尔霍夫定理、叠加定理的验证

(1) 自行设计电路或者按图 1 所示实验电路建立电路。用电压表和电流表测量各电阻两端电压和各支路电流。分析说明测量结果。

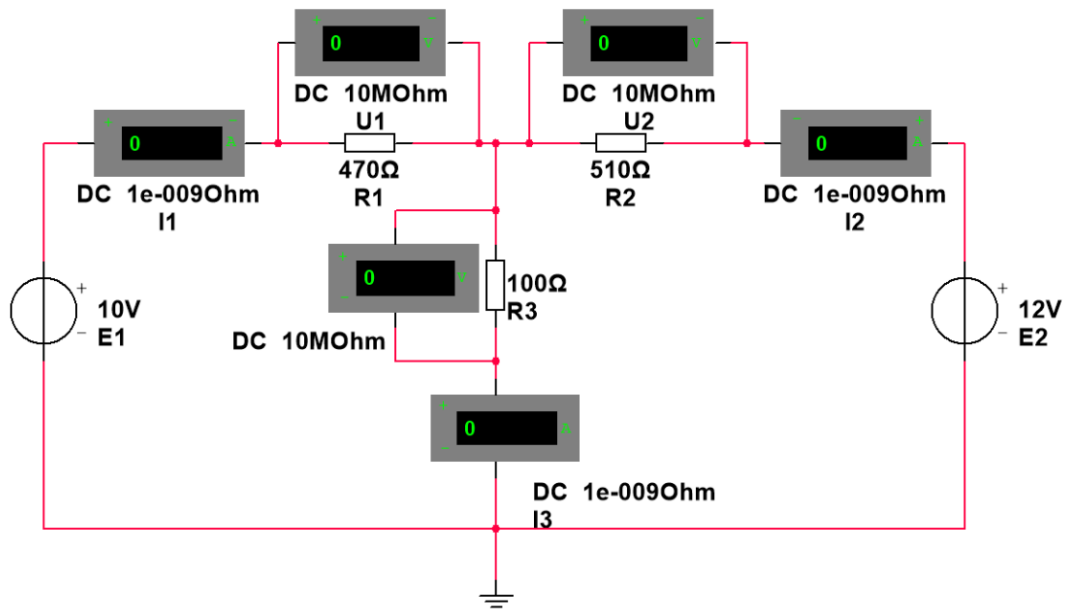
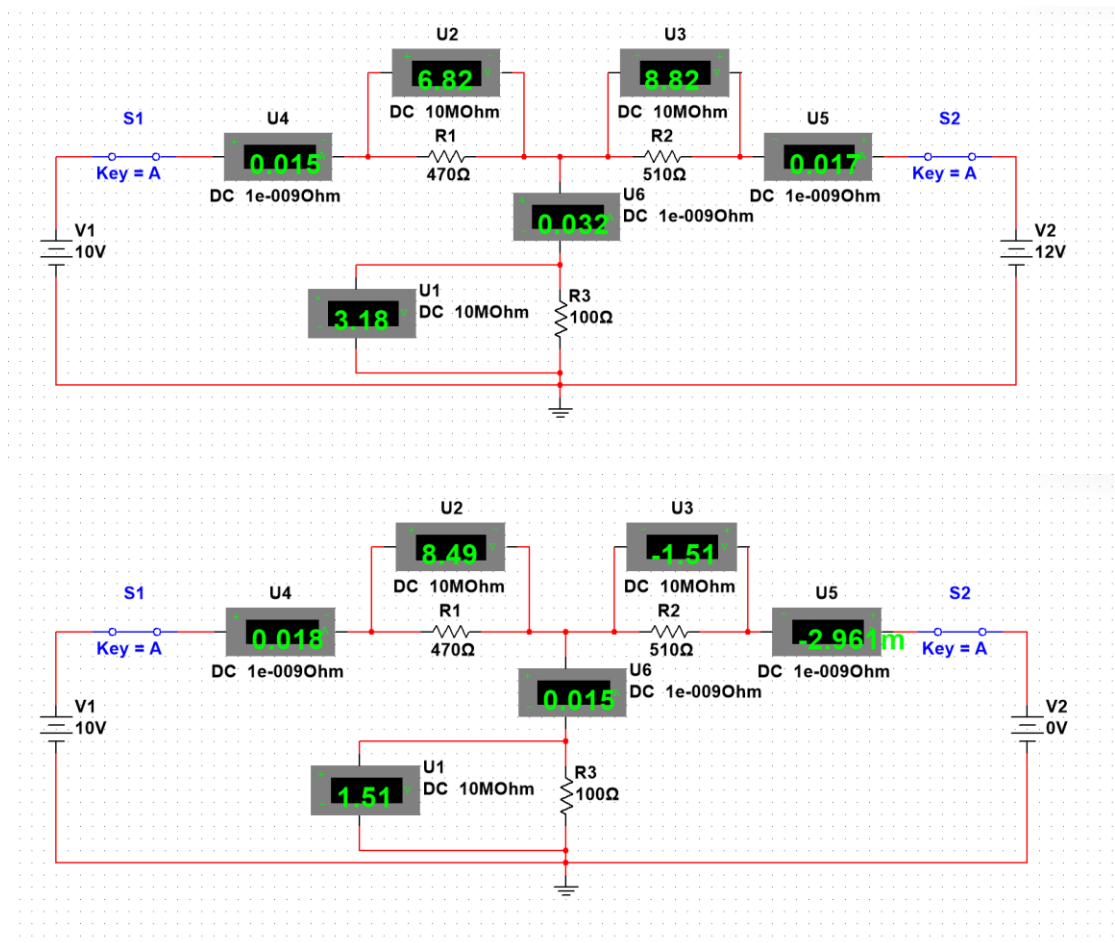


图 1 实验电路

仿真电路图：



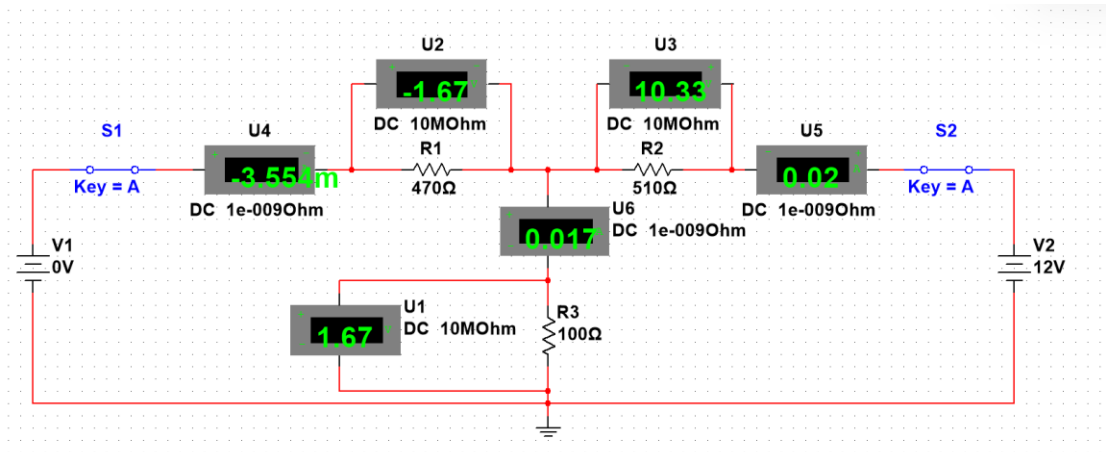


表 1 测量数据

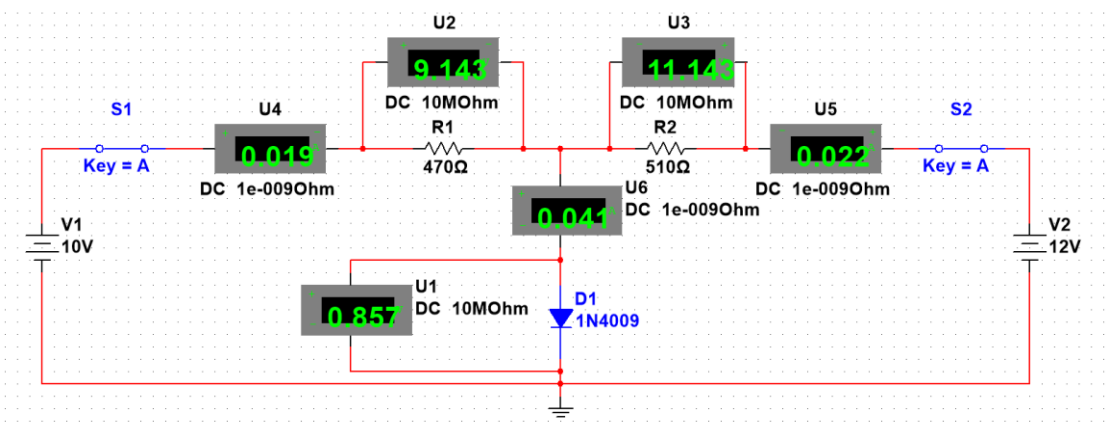
状态	测量参数					
	U1 (V)	U2 (V)	U3 (V)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)
E1、E2 同时作用	6.82	8.82	3.18	0.015	0.017	0.032
E1 单独作用	8.49	-1.51	1.51	0.018	-2.961m	0.015
E2 单独作用	-1.67	10.33	1.67	-3.554m	0.02	0.017
叠加结果	6.82	8.82	3.18	0.014m	0.017	0.032

### 实验结果分析：

由测量结果知，在误差允许范围内，基尔霍夫定理、叠加定理成立。可见基尔霍夫定律和叠加定理适用于线性网络。

(2) 将 300Ω 电阻改成 1N4009 的二极管（正极连接到 A 点上），自行建立表格，记录测量数据，计算测量结果并分析说明测量结果。

### 仿真电路图：



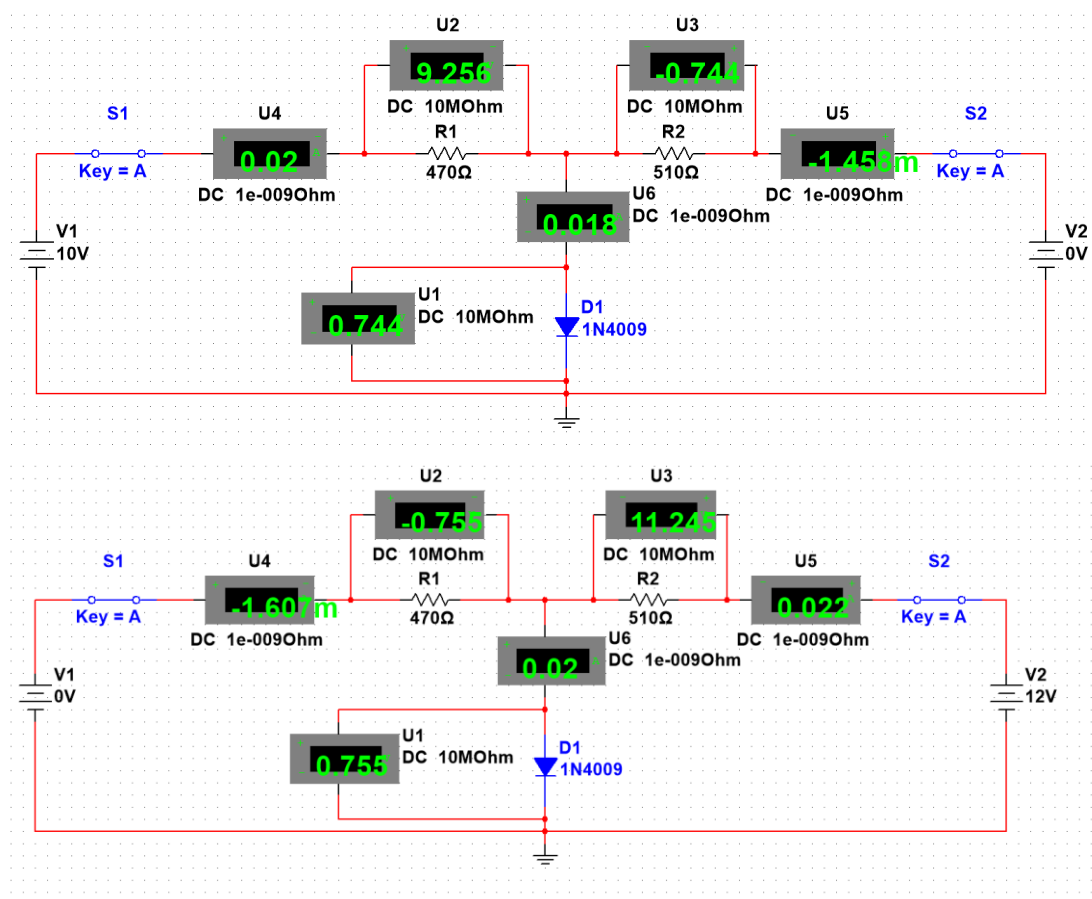


表 2 测量数据 （自行建立表格）

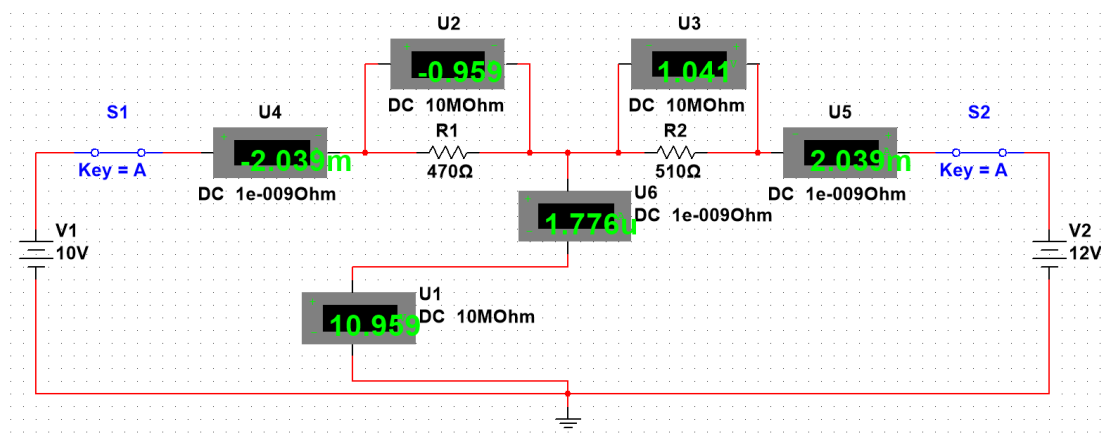
状态	测量电路					
	U1(V)	U2(V)	U3(V)	I1(A)	I2(A)	I3(A)
V1V2 同时	9.143	11.143	0.857	0.019	0.022	0.041
仅有 V1	9.256	-0.744	0.744	0.02	-1.458m	0.018
仅有 V2	-0.755	11.245	0.755	-1.607m	0.022	0.02
叠加后	8.501	10.501	1.499	0.018	0.021	0.038

### 实验结果分析：

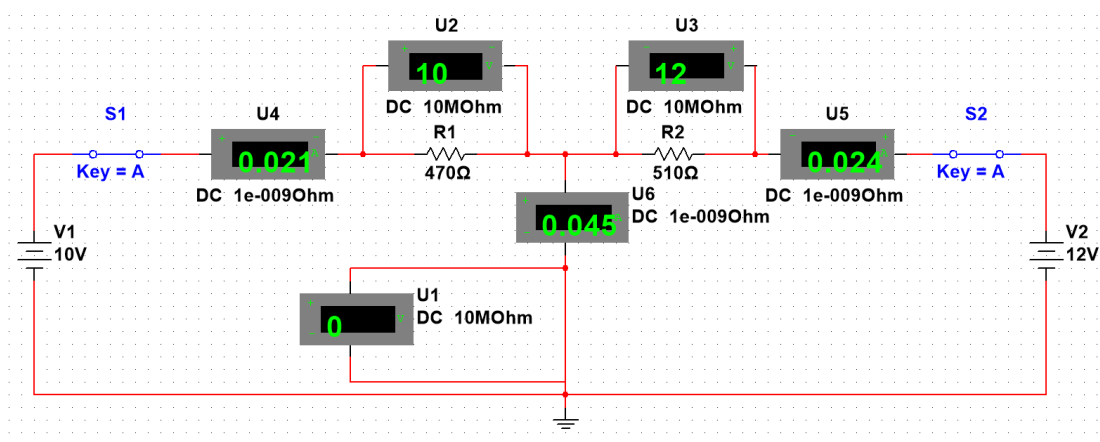
由测量结果知，在误差允许范围内，基尔霍夫定理、叠加定理不成立。可见基尔霍夫定律，叠加定理不适用于非线性电阻。这是因为二极管的伏安特性是非线性的，它的电阻随着电压和电流的变化而变化。因此，不能简单地将两个电源的效应相加，而要考虑二极管的导通状态和电压降。

## 2、设计电路，验证戴维南定理

### （1）开路电压测量仿真电路



## (2) 短路电流测量仿真电路



## (3) 建立等效电路，验证戴维南定理。 等效电路

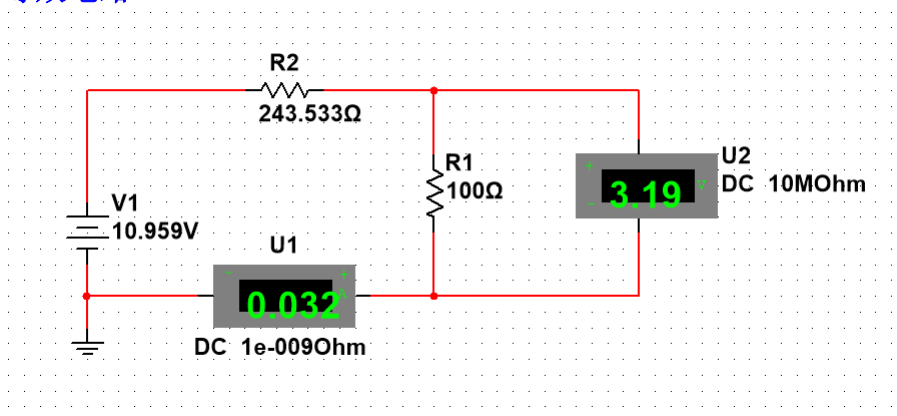


表 3 测量数据

Uoc (V)	Isc (A)	Ro (Ω)	I3 (A)
10.959	0.045	243.533	0.032

## 实验结果分析：

由测量结果知，在误差允许范围内，戴维南定理成立。可见戴维南定理适用于线性或非线性网络。这是因为戴维南定理只要求网络满足叠加原理和比例原理，而不要求网络中的元件具有恒定的阻抗。因此，只要在确定戴维南等效电压和等效内阻时保持二极

管的状态不变，就可以将任意两点间的网络用一个等效的戴维南源代替。

## 四、实验使用仪器设备（使用软件）

本实验使用了 Multisim 软件来进行虚拟仿真。Multisim 是一款功能强大的电路设计和仿真软件，可以帮助工程师、学生和教授模拟电子电路和原型化印刷电路板。Multisim 提供了丰富的元器件库、直观的图形界面、多种仿真模式和分析工具，可以方便地搭建、测试和优化复杂的电路。

## 五、实验总结

### （实验误差分析、实验出现的问题及解决方法、思考题（如有）、收获体会等）

本实验通过虚拟仿真的方式验证了基尔霍夫定理、叠加定理和戴维南定理在不同类型的网络中的适用性和局限性。通过对比测量数据和理论计算结果，分析了误差产生的原因和影响因素。通过改变元件参数和连接方式，观察了网络特性的变化。通过使用 Multisim 软件，提高了电路设计和仿真的能力和效率。

实验过程中遇到的问题和解决方法如下：

在使用 Multisim 软件时，要注意选择合适的元件型号、属性和参数，以保证仿真结果的准确性和可靠性。

在进行叠加定理的验证时，要注意消除其他电源时的方法，不能简单地删除电源元件，而要用短路或开路代替，以保持网络结构不变。

在进行戴维南定理的验证时，要注意保持二极管的状态不变，不能在测量开路电压和短路电流时改变二极管的导通或截止状态，否则会影响戴维南等效电压和等效内阻的计算。

思考题：

①电流表的内阻参数默认值为  $1\text{n}\Omega$ ，电压表的内阻参数默认值为  $1\text{M}\Omega$ ，本实验中他们是否需要重新设置？应如何考虑他们对电路测试结果的影响。

电压表内阻远大于被测电阻，而电流表内阻远小于被测电阻，所以电压表分流和电流表分压都很小，所以误差可以忽略。

②分析实验过程中测量值出现负值的原因。

若该支路的电流实际为由左向右，当电流表为左正右负时，电流表测量值为正，当电流表为左负右正时，电流表测量值为负；同理，电压表也是如此。所以这与参考方向，与正方向以及电压表和电流表的正负接法有关。

体会：本实验让我深入理解了网络定理的含义和应用，掌握了使用 Multisim 软件进行电路设计和仿真的方法，锻炼了我的实验技能和分析能力。我认识到网络定理是电路分析和简化的重要工具，可以帮助我快速求解复杂的电路问题。我也意识到虚拟仿真与实物实验之间存在一定的差异，需要注意误差的来源和控制。我还发现了自己在实验中存在的不足之处，需要在今后的学习中加以改进。

## 六、参考资料（预习、实验中参考阅读的资料）

无