

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 3 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

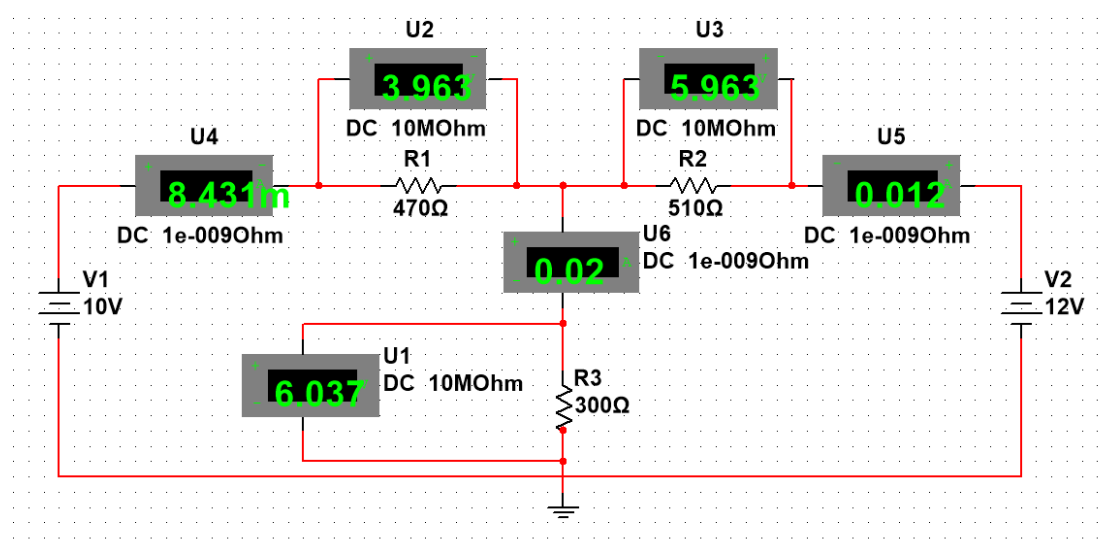
评定成绩: _____ 审阅教师: _____

一、实验目的

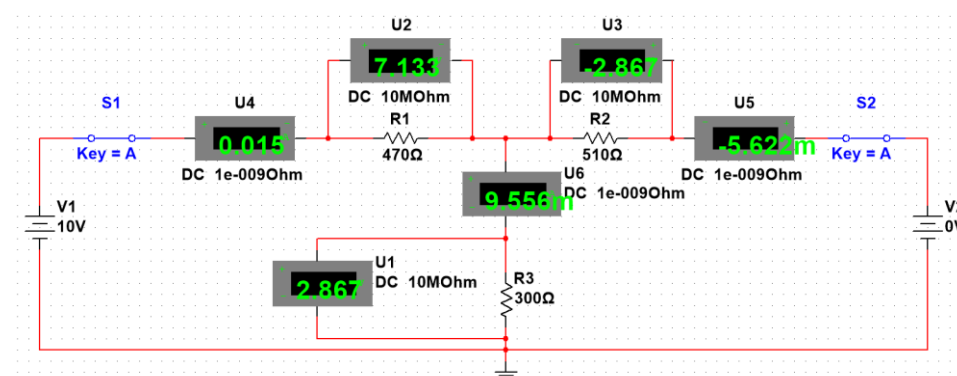
- (1) 通过实验加深对参考方向、基尔霍夫定理、叠加定理、戴维南定理的理解；
- (2) Multisim 软件入门：元器件配置、电路连接、电路参数测试；
- (3) 通过学习对实验结果的分析对比，了解虚拟仿真与实物实验的差异。

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）

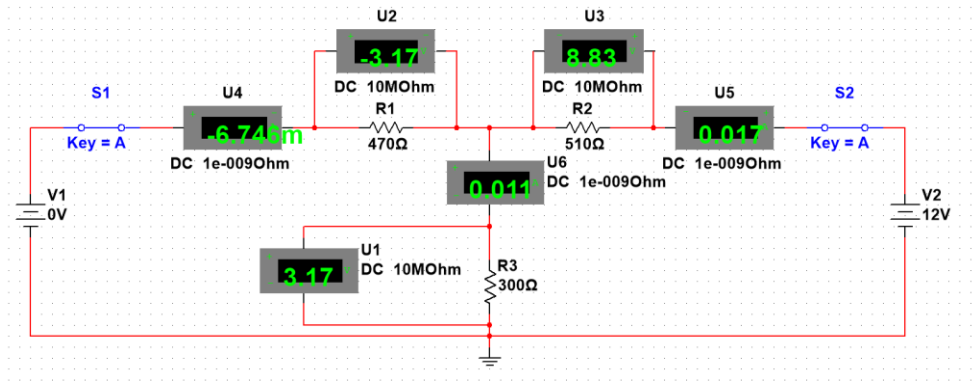
- 1, 复习基尔霍夫定理
 - 2, 复习叠加定理
 - 3, 复习戴维南定理
 - 4, 确定实验电路及参数
- V1 V2 同时作用



只有 V1 作用



只有 V2 作用



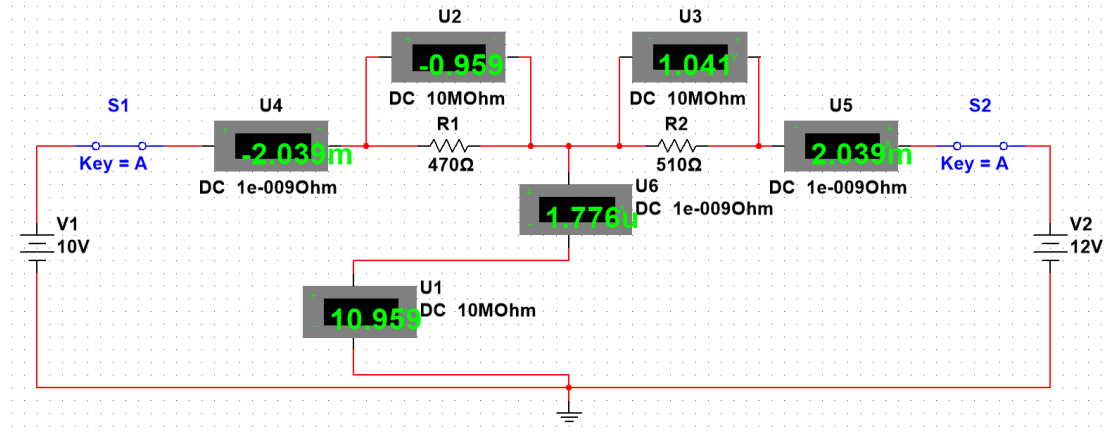
基尔霍夫定理、叠加定理的验证

| 状态 | 测量电路 | | | | | |
|---------|-------|--------|-------|---------|---------|--------|
| | U1(V) | U2(V) | U3(V) | I1(A) | I2(A) | I3(A) |
| V1V2 同时 | 3.963 | 5.963 | 6.037 | 8.431m | 0.012 | 0.02 |
| 仅有 V1 | 7.133 | -2.867 | 2.867 | 0.015 | -5.622m | 9.556m |
| 仅有 V2 | -3.17 | 8.83 | 3.17 | -6.746m | 0.017 | 0.011 |
| 叠加后 | 3.963 | 5.963 | 6.037 | 8.254m | 0.011 | 0.021 |

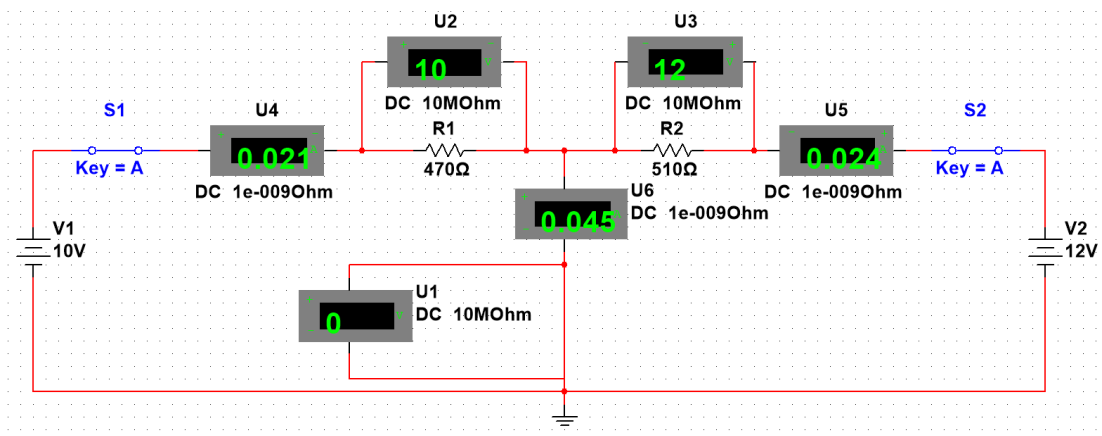
由测量结果知，在误差允许范围内，基尔霍夫定理、叠加定理成立。

戴维南定理的验证

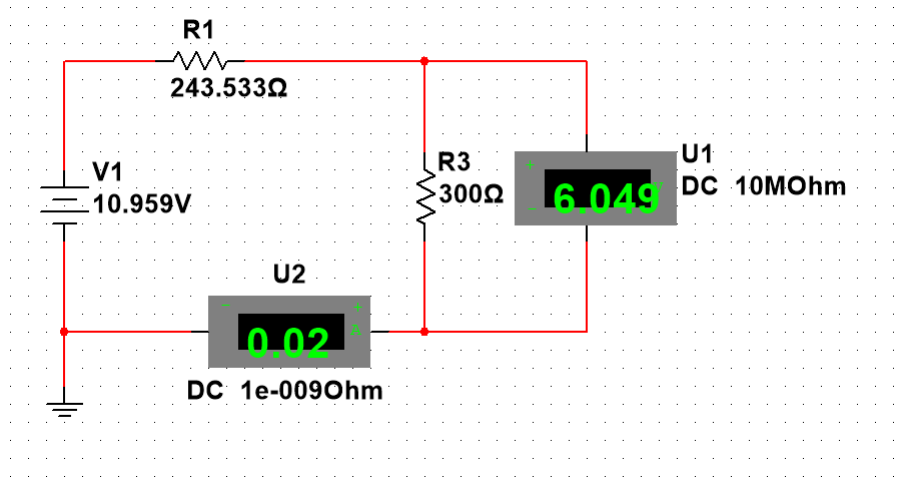
把 R3 断开，测量开路电压为 10.959V



把 R3 短路，测量短路电流为 0.045A



故等效电阻为 $R=243.533$



设计表格：

| | R3 的电流 (A) | R3 的电压 (V) |
|-------------|------------|------------|
| 在原来的电路条件下 | 0.02 | 6.037 |
| 在戴维南化简后的条件下 | 0.02 | 6.049 |

基本符合，误差在可接受范围内

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、电极引线和管壳封装而成。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**；

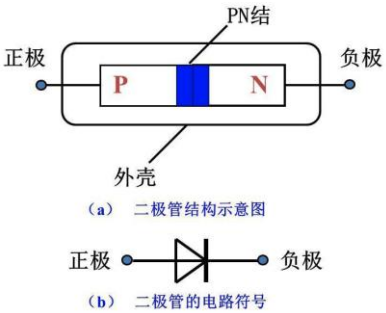
当正向电压大于阈值电压 U_{th} （开启电压），正向电流开始明显增大；当大于导通电压，二极管处于完全导通状态，此时两端电压变化很小。硅（锗）管的开启电压为 0.6（0.2）V，导通电压为 0.7（0.3）V。

- 反向特性

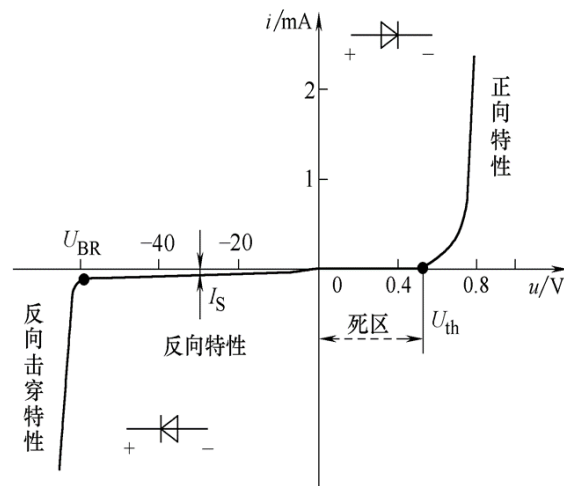
外加反向电压不超过一定范围时，会形成反向电流，二极管处于**截止状态**；

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；

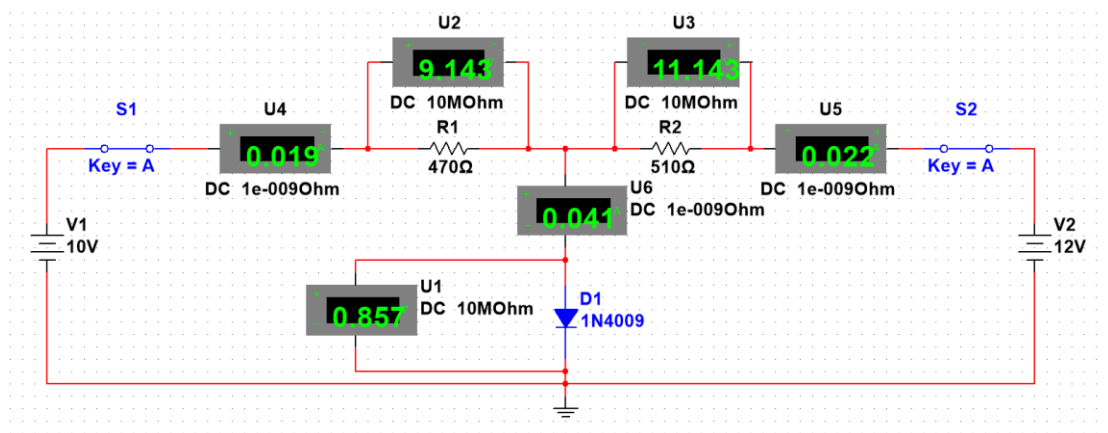
外加反向电压时二极管截止，反向电流很小 ($< 1\mu\text{A}$)，故近似看做是一断开开关。

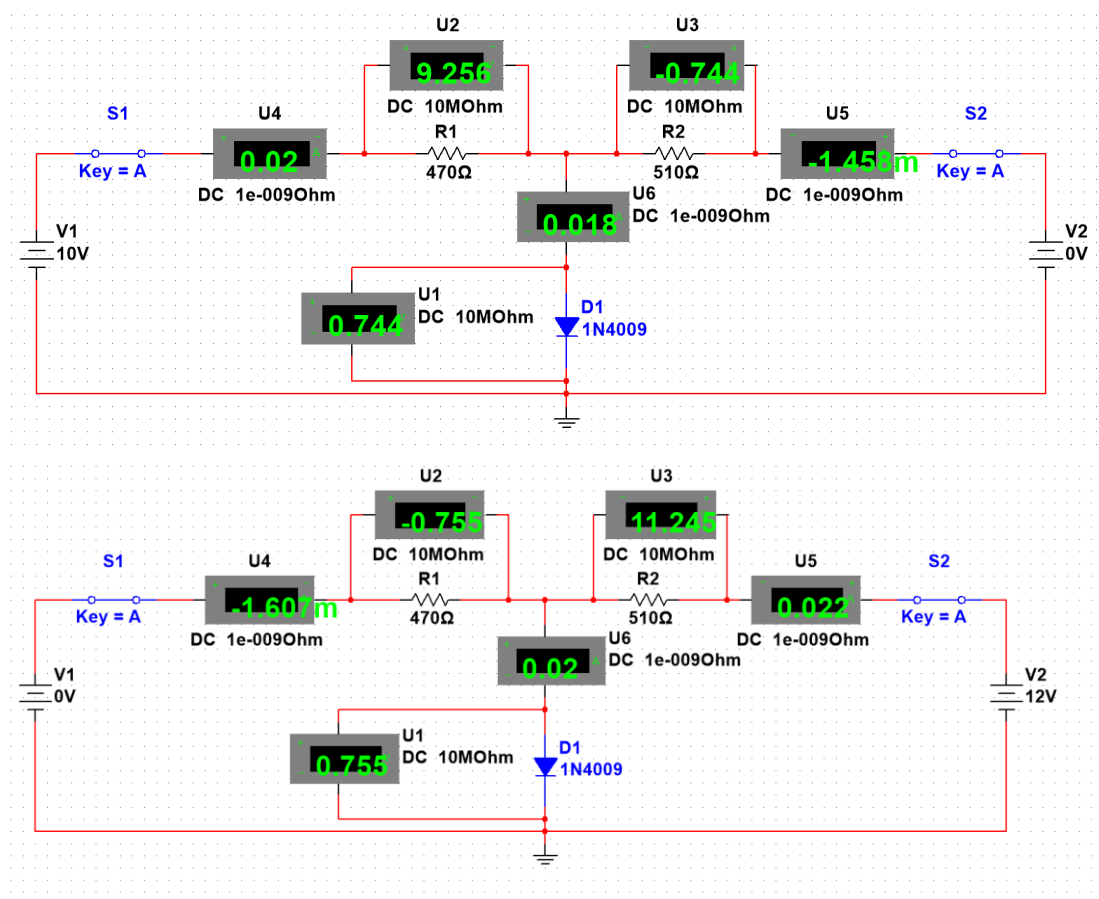
➤ 动态开关特性

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。





| 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 |

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

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。

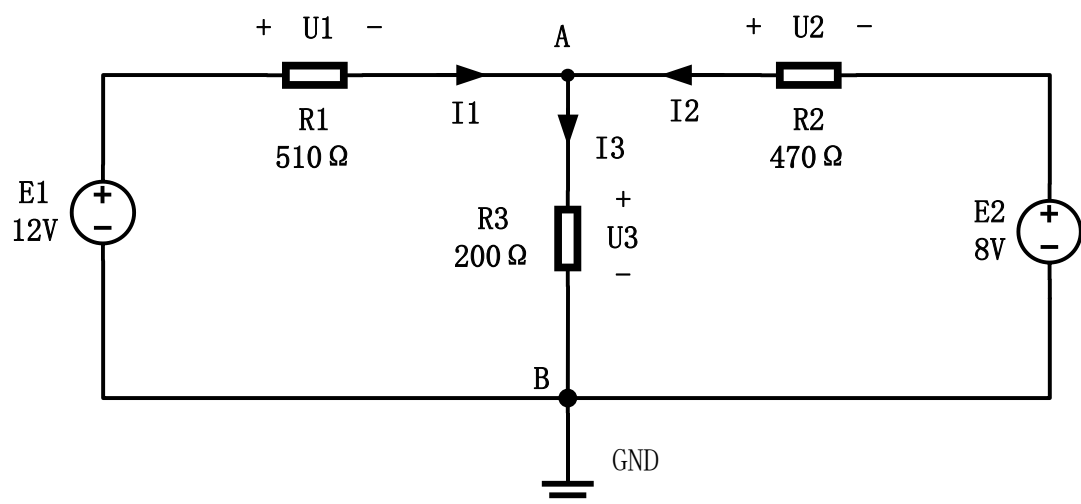


图 1 实验电路

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 | | | | | | |
| E1 单独作用 | | | | | | |
| E2 单独作用 | | | | | | |
| 叠加结果 | | | | | | |

实验结果分析：

(2) 将 200Ω 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 | | | | | | |
| 仅有 V1 | | | | | | |
| 仅有 V2 | | | | | | |
| 叠加后 | | | | | | |

实验结果分析：

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) |
|---------|---------|--------|--------|
| | | | |

实验结果分析：

四、实验使用仪器设备（使用软件）

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）

六、参考资料（预习、实验中参考阅读的资料）