

# 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路定理

院（系）：信息科学与工程学院 专    业：信息工程

姓    名：    钟源    学    号：    04022212    

实 验 室：    电子技术 7 室    实验组别：                    

同组人员：                    实验时间：2023年8月25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）

**基尔霍夫电流定理 (KCL) :**任意时刻，流进和流出电路中节点的电流的代数和等于零，即  $\sum I=0$ 。

**基尔霍夫电压定理 (KVL) :**在任何一个闭合回路中，所有的电压降之和等于零，即  $\sum U=0$ 。

**叠加定理:**在线性电路中，任一支路的电流或电压等于电路中每一个独立源单独作用（令其他独立源为零值）时，在该支路所产生的电流或电压的代数和。

**戴维南定理:**对外电路来讲，任何复杂的线性有源一端口网络都可以用一个电压源和一个等效电阻的串联来等效。此电压源的电压等于一端口的开路电压  $U_{oc}$ ，而电阻等于一端口的全部独立电源置零后的输入电阻  $R_0$ 。

## 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。

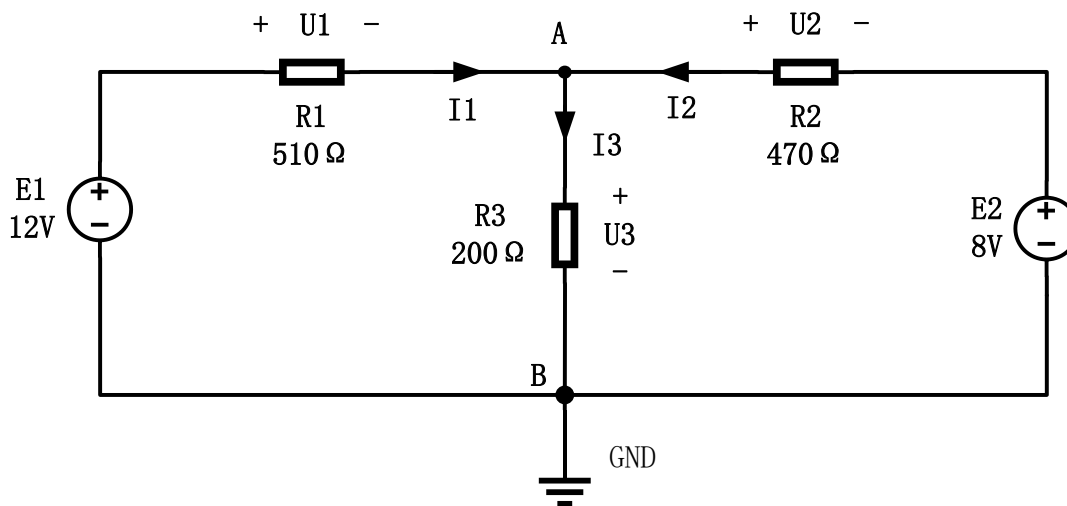


图 1 实验电路

仿真电路图：

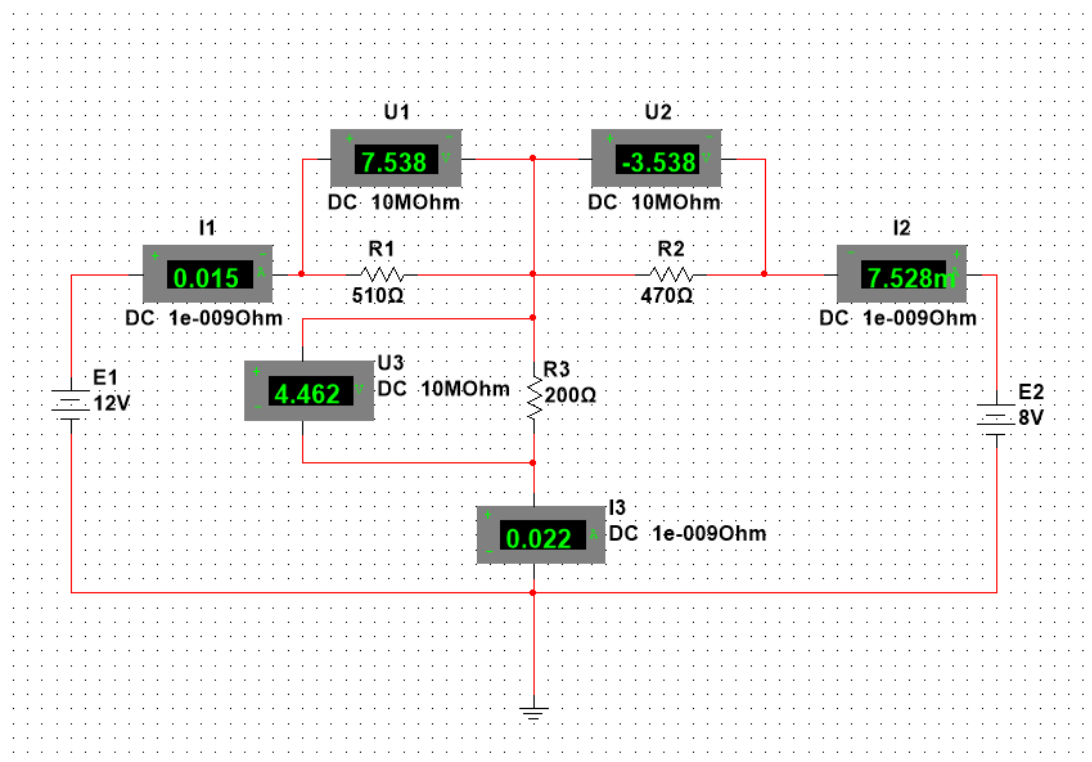


图 1. E1、E2 同时作用

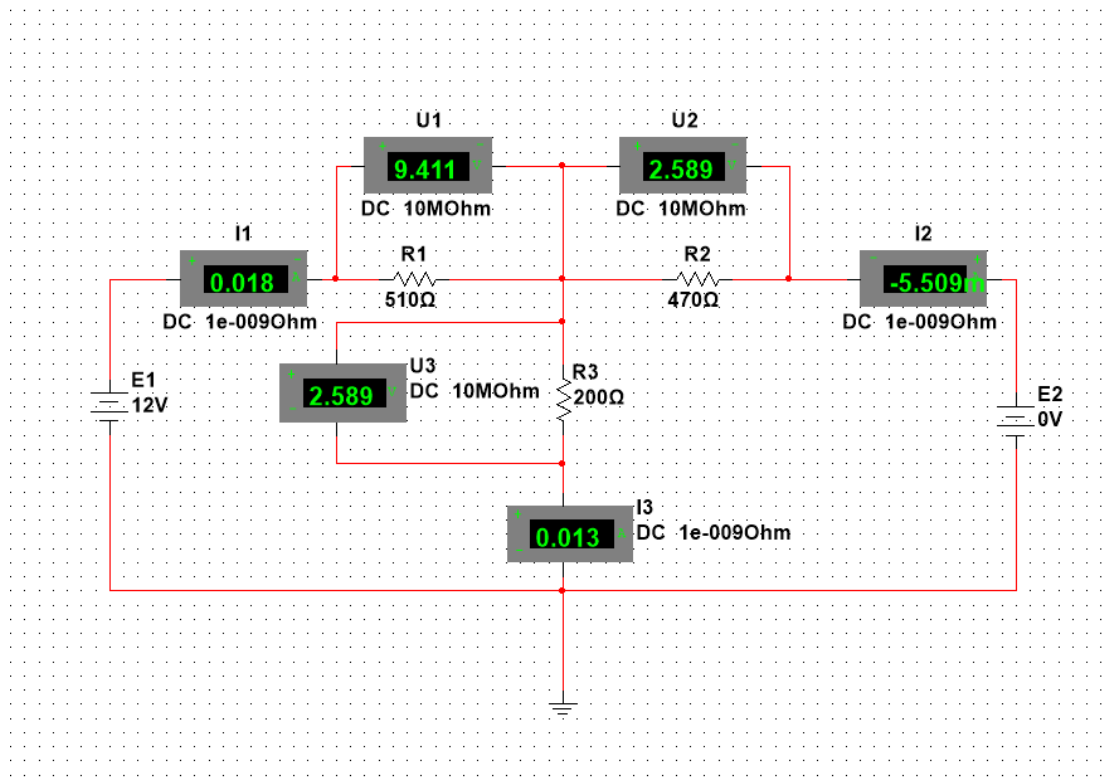


图 2. E1 单独作用

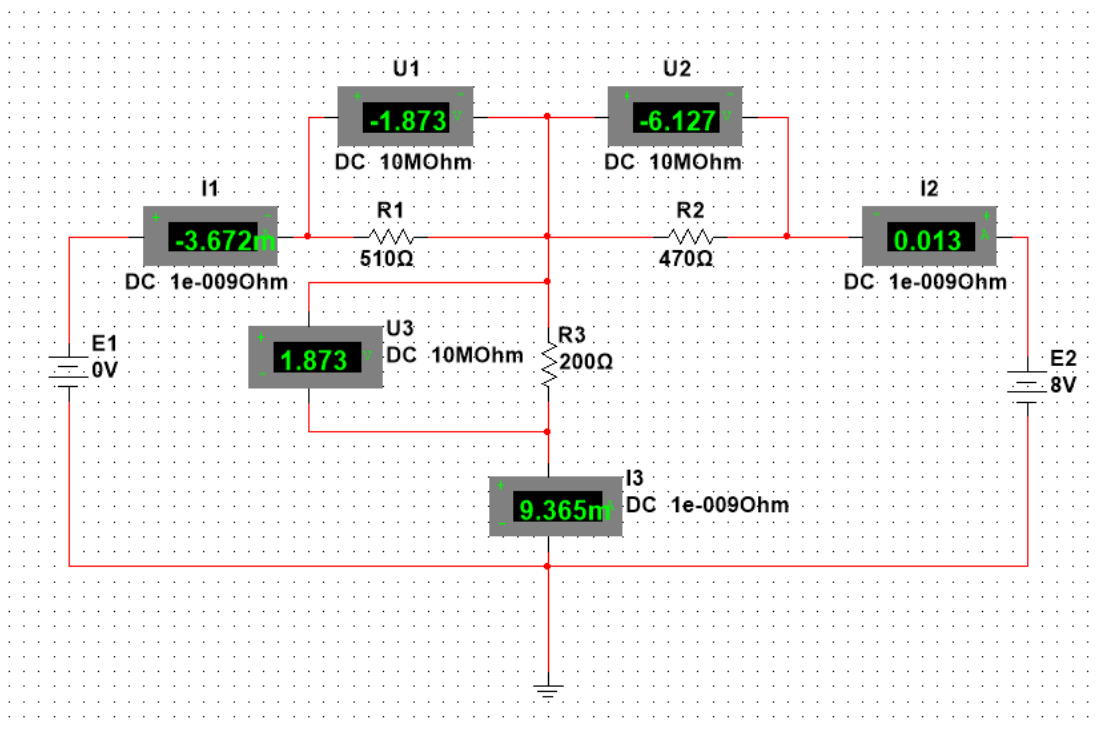


图 3. E2 单独作用

表 1 测量数据

状态	测量参数					
	U1 (V)	U2 (V)	U3 (V)	I1 (mA)	I2 (mA)	I3 (mA)
E1、E2 同时作用	7.538	-3.538	4.462	15	7.528	22
E1 单独作用	9.411	2.589	2.589	18	-5.509	13
E2 单独作用	-1.873	-6.127	1.873	-3.672	13	9.365
叠加结果	7.538	-3.538	4.462	14.238	7.491	22.365

### 实验结果分析:

(1) 由以上数据可知, 任何时候, 都有  $U1+U3=E1$ ,  $U3-U2=E2$ , , 故基尔霍夫电压定律 (KVL) 成立; 并且任何时候  $I1+I2=I3$ , 故基尔霍夫电流定律 (KCL) 成立.

(2) 由以上数据可知, 各个测量的电压、电流在 E1 单独作用下和 E2 单独作用下的叠加值和 E1、E2 同时作用下的值相同, 故叠加定理也成立.

(2) 将  $200\Omega$  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:

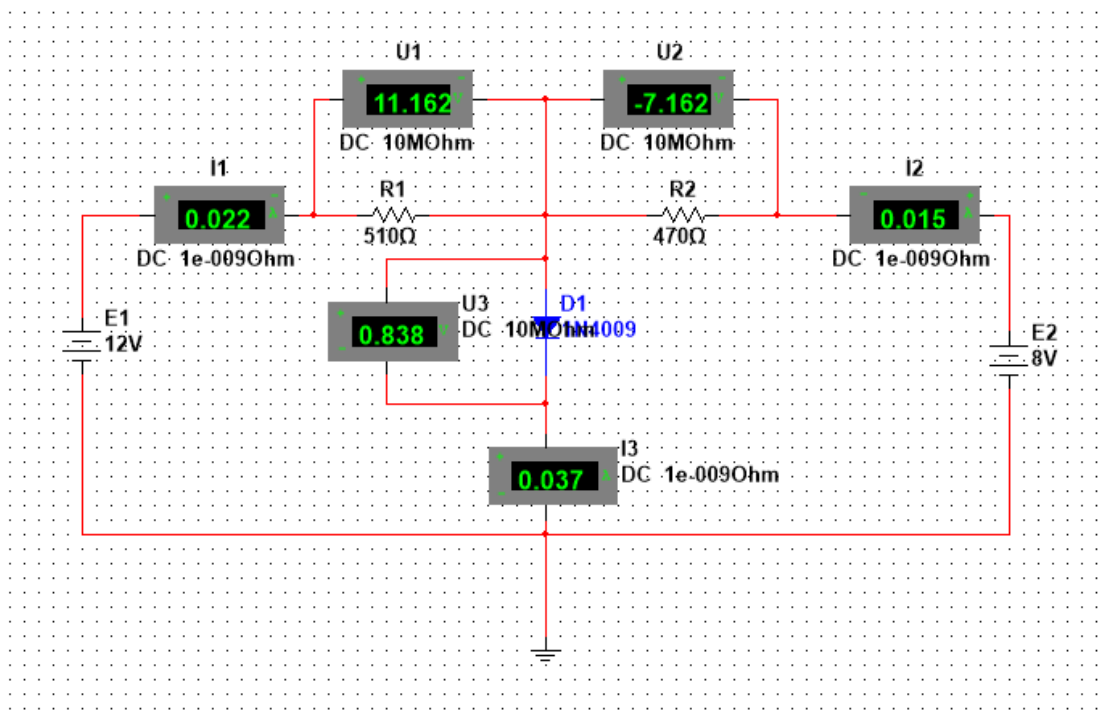


图 4. (含二极管)E2、E1 共同作用

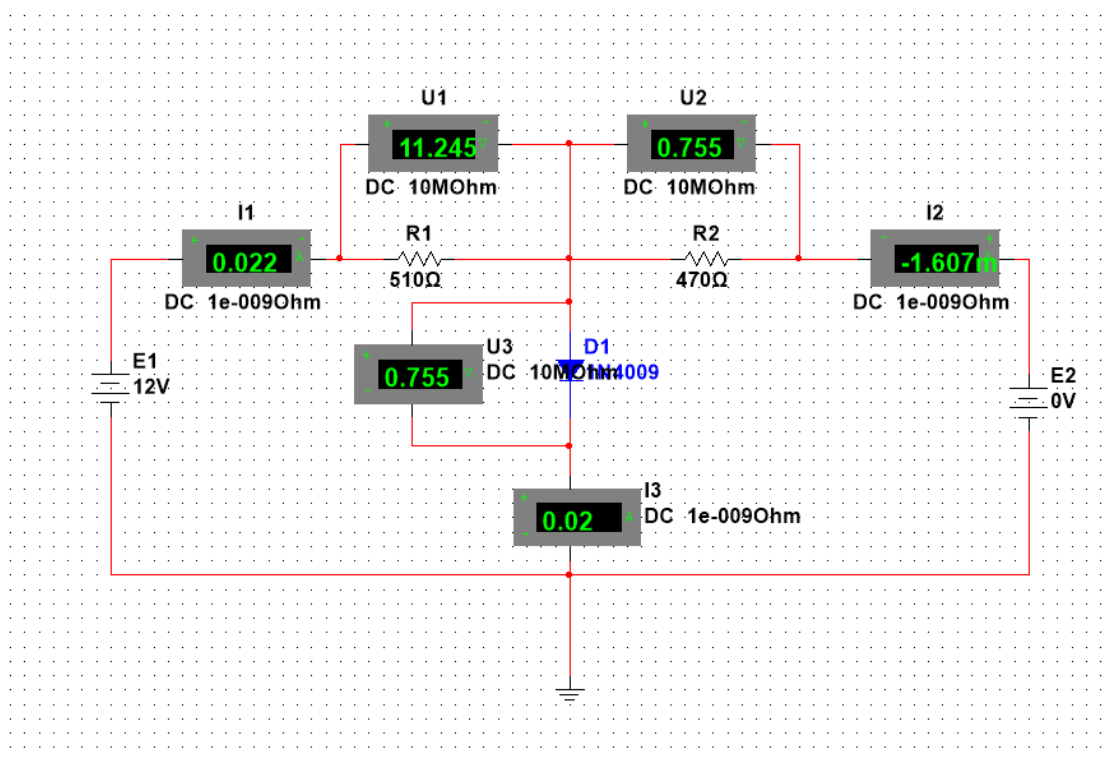


图 5. (含二极管)E1 单独作用

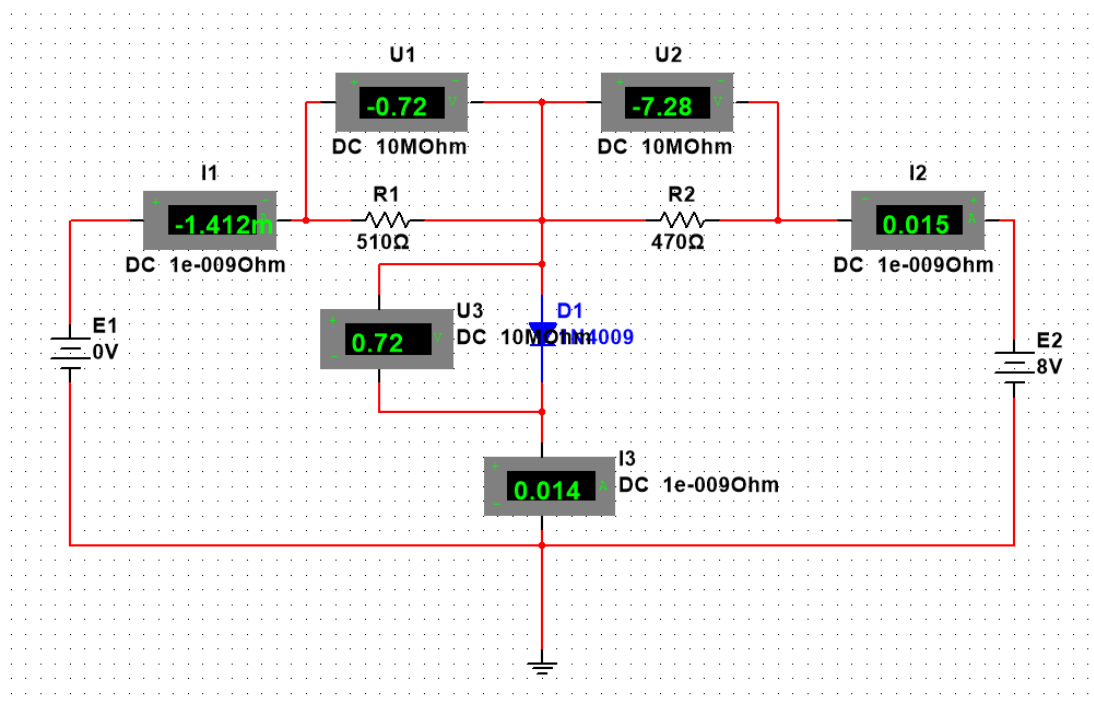


图 6. (含二极管)E2 单独作用  
表 2 测量数据 (自行建立表格)

状态	测量参数					
	U1 (V)	U2 (V)	U3 (V)	I1 (mA)	I2 (mA)	I3 (mA)
E1、E2 同时作用	11.162	-7.162	0.838	22	15	37
E1 单独作用	11.245	0.755	0.755	22	-1.607	20
E2 单独作用	-0.72	-7.28	0.72	-1.412	15	14
叠加结果	10.525	-6.525	1.475	20.588	13.393	34

### 实验结果分析:

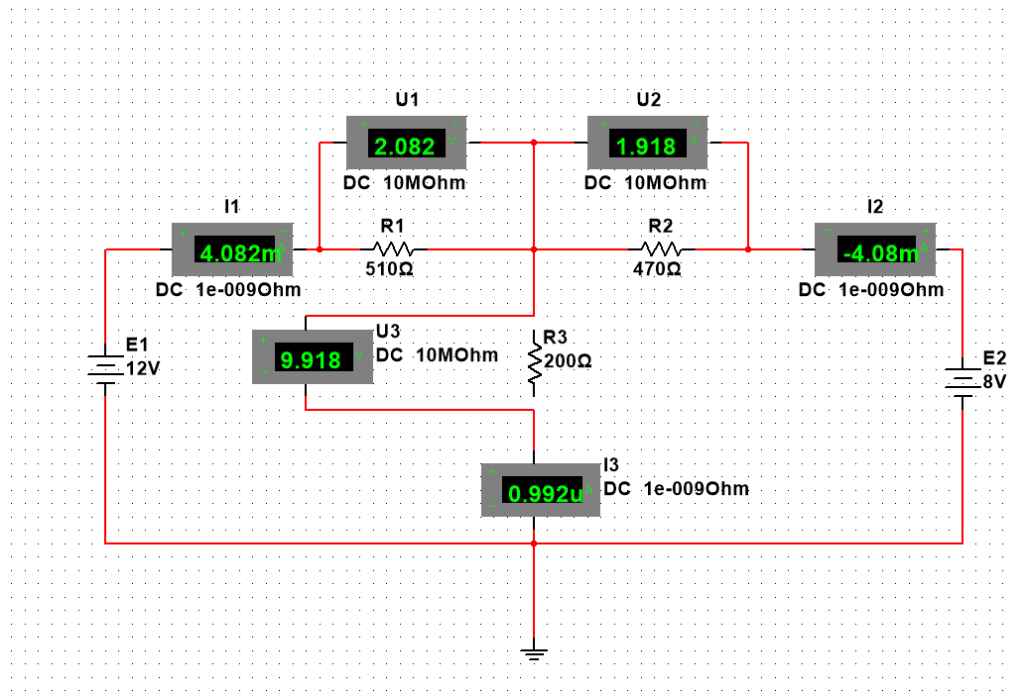
(1) 由以上数据可知, 任何时候都有  $U1+U3=E1$ ,  $U3-U2=E2$ , 故对于含有二极管的电路来说基尔霍夫电压定律 (KVL) 成立; 并且在允许的误差范围内, 任何时候都有  $I1+I2 \approx I3$ , 故对于含有二极管的电路来说基尔霍夫电流定律 (KCL) 成立.

(2) 但是由以上数据可知, 各个被测量的电压、电流在 E1 单独作用下和 E2 单独作用下的叠加值和 E1、E2 同时作用下的值不相同, 故对于含有二极管的电路来说, 叠加定理不成立.

## 2、设计电路, 验证戴维南定理

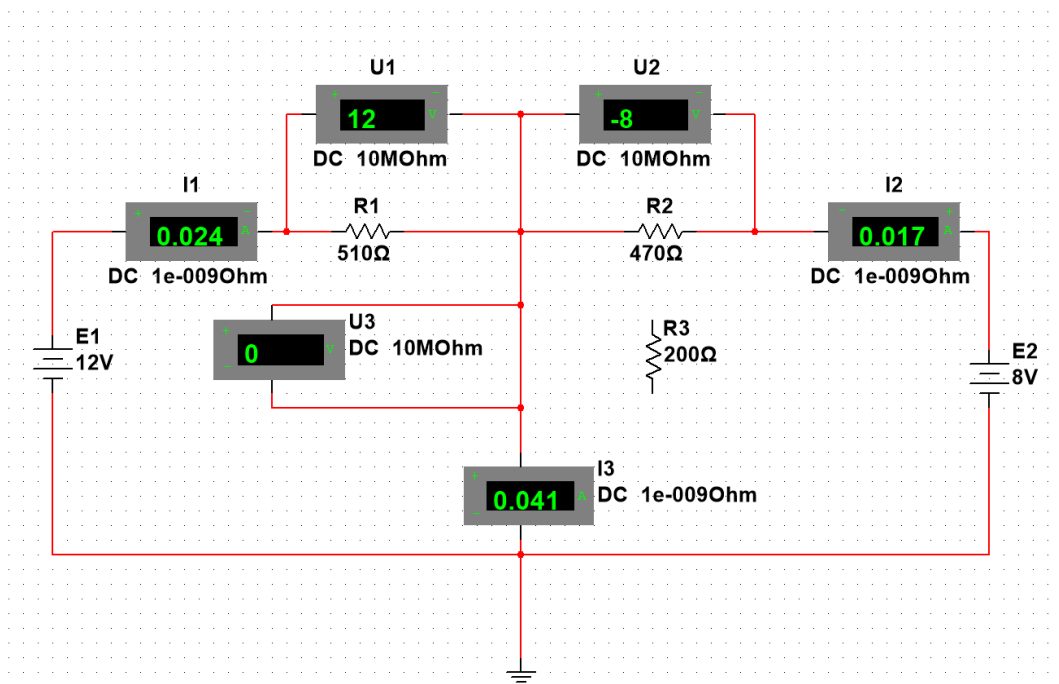
### (1) 开路电压测量仿真电路

将图 1 中电阻  $R3(100\Omega)$  断开, 测量电路 A、B 端口开路电压  $U_{oc}$ 。



## (2) 短路电流测量仿真电路

将电阻 R3 短路，测得 AB 端口短路电流  $I_{sc}$ ，计算等效电阻  $R_o$ 。



## (3) 建立等效电路，验证戴维南定理。

等效电路

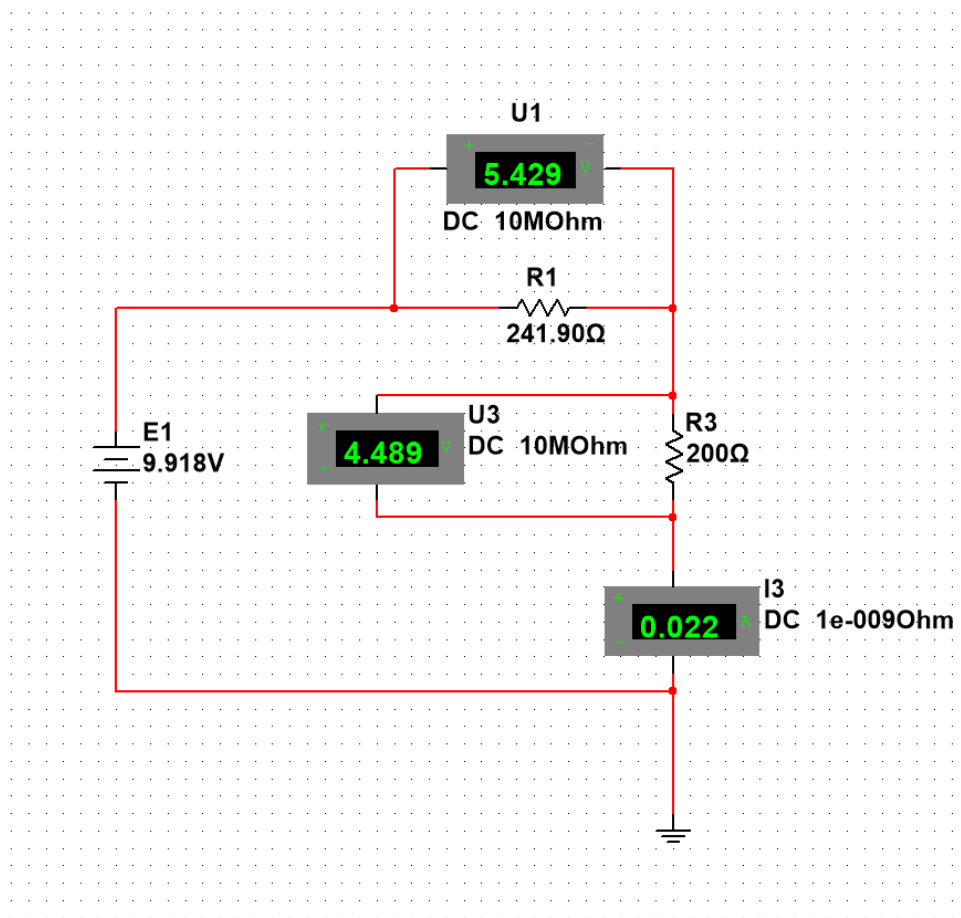


表 3 测量数据

$U_{oc}$ (V)	$I_{sc}$ (A)	$R_0$ ( $\Omega$ )	$I_3$ (A)
9.918	0.041	241.90	0.022

#### 实验结果分析：

等效电路与之前测得的参数相比，在误差允许的范围内  $U_3' = 4.489V \approx U_3 = 4.462V$ ,  $I_3' = 0.022A = I_3$ , 说明戴维南定理是成立的。

## 四、实验使用仪器设备（使用软件）

软件：NI Multisim 13.0 良好

## 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）

#### 实验出现的问题及解决方法：

1. 当电压表和电流表无法正常显示示数或者电路连接正确但是显示存在错误，应当检查电路是否接入了接地线；
2. 为了防止原件的型号、标识符显示拥挤，一开始放置元件的时候元件与元件之间的间距应



当大一些；

3. 直接右键单击元件并点击“替换元器件”来替换所选元件时，可能出现替换后的元件端点未接入电路的情况，此时应当再重新把元件的端点接入电路。

#### 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。

答：本实验中的电流表内阻和电压表内阻无需重新设置，本实验中所用电阻的数量级均为  $10^2$  欧姆，而电流表内阻和电压表内阻的数量级分别为  $10^{-9}\Omega$  和  $10^6\Omega$ ，与电阻、二极管的正向电阻和二极管的反向电阻的数量级相差很大，因此它们的内阻对实验的影响很小，其影响几乎可以忽略不计。

（2）分析实验过程中测量值出现负值的原因。

答：①. 当电流从电流表的负极流入，从电流表的正极流出时，此时电流的方向为非关联参考方向，电压表的示数为负值；

②. 当电流从电压表的负极流入，从电压表的正极流出时，此时电流的方向为非关联参考方向，电压表的示数为负值。

#### 收获体会：

软件的计算功能较为强大，并且可以准确地模拟实际的元件，因此可以极大地减小实验中存在的偶然误差，所以软件可以用来帮助我们验证很多电路定理。

## 六、参考资料（预习、实验中参考阅读的资料）

电路实验 2023 教学计划（2023-2024 第一学期）（学生版）