

实验题目：电路基本定律定理实验

班级：无 36

学号：2013011178

姓名：马昊宇

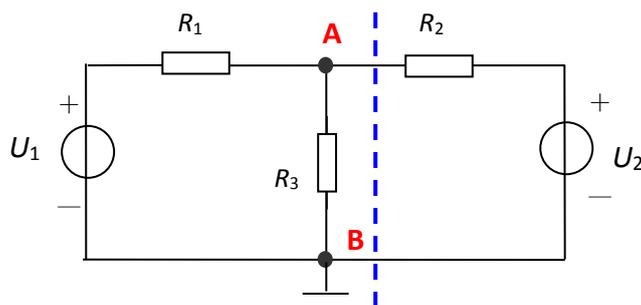
日期：2014-4-24

一、实验目的

1. 加深对Kirchhoff定律、叠加定理、戴维南定理、替代定理的理解。
2. 通过自己设计实验电路与实验步骤，培养学生独立完成实验的能力。
3. 进一步掌握常用电子仪器仪表的使用。

二、实验电路图及其说明

利用实验室现有条件设计一个电阻网络，该网络至少含有2个独立源，至少含有2个环路，且每个环路至少含有3个元件(电阻或直流电压源)。

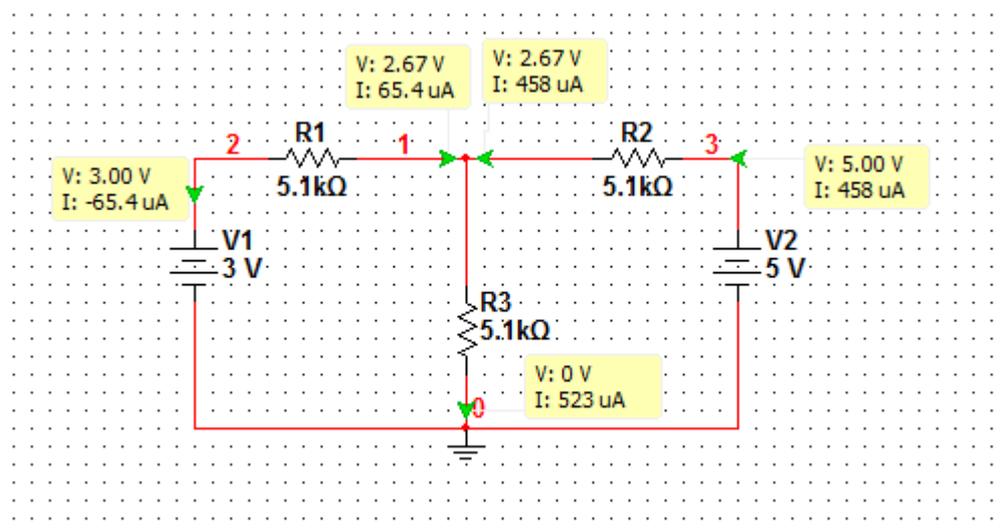


以上述的电路图为例，应注意：

- 1、当 U_1 和 U_2 都是正电源时，节点 A 的对地电压要低于电源电压 U_1 ，也要低于电源电压 U_2 ，否则电流会倒流进入电源影响电源输出。
- 2、验证戴维南定理时，建议选定的研究网络只含有一个独立源，比如选定去掉 R_2 和 U_2 从 AB 端口往左看进去的网络为研究网络，这样实验起来较为简单；如果选定的网络含有两个独立源，比如选定去掉 R_3 从 AB 端口看进去的网络，这样如果 U_1 和 U_2 都是正电源就会出现电流要么倒流进 U_1 电源影响 U_1 的输出，要么会倒流进 U_2 电源影响 U_2 的输出。

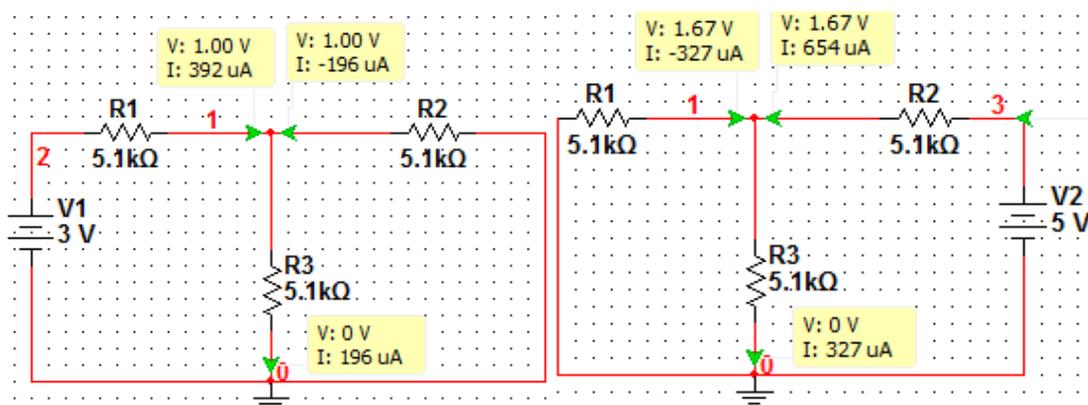
三、预习

- (1) 测量各元件上的电压并计算得到流过的电流，分别验证Kirchhoff电压定律和Kirchhoff电流定律。



原件电阻 (k Ω)	5.1	5.1	5.1
电压 (V)	0.33	2.33	2.67
电流 (μ A)	65.4	458	523

(2) 选定某一支路或某一元件为对象，分别测量独立源单独作用和共同作用在该对象时的电压，验证叠加定理。

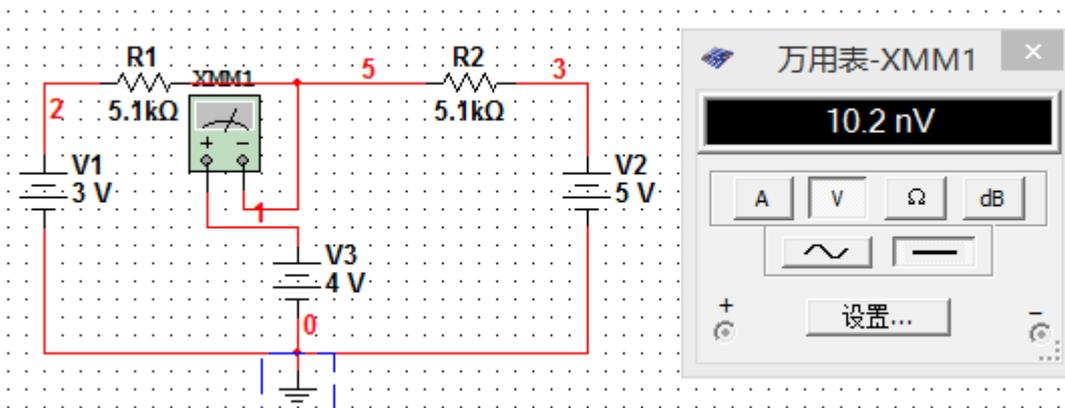


	R3两端电压 (V)	流经R3电流 (μ A)
仅有V1作用	1.00	196
仅有V2作用	1.67	327
理论共同作用效果	2.67	523
实际共同作用效果	2.67	523

(3) 选定从某一支路或某一元件两端看进去的网络为研究网络，通过测量该网络的开路电压和等效内阻，构造该网络的戴维南等效电路。分别对原电路和等效电路测量该网络的外特性，并进行比较，进而验证戴维南定理。

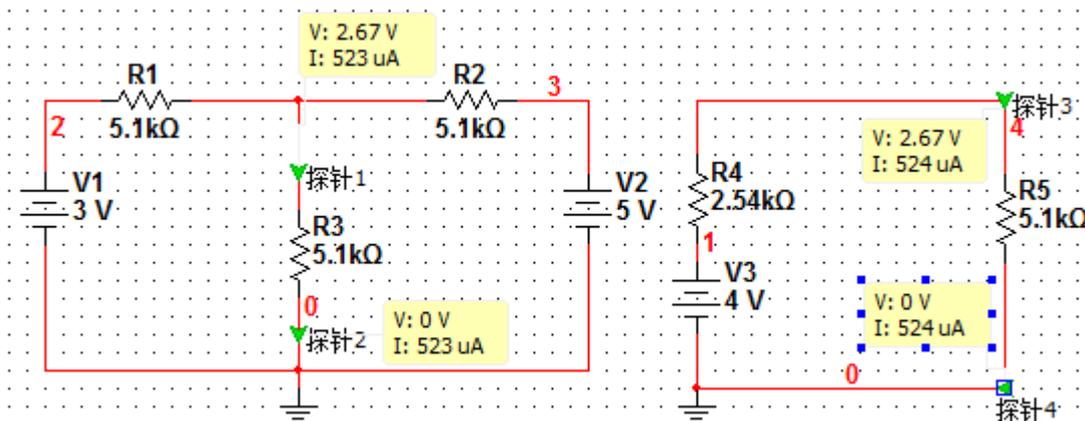
测量和比较这里的“外特性”的方法：如果原电路和等效电路接相同的负载电阻，该负载电阻上的电压基本相同，就说明这两个电路的外特性一致。实验中至少测5个不同的负载电阻，得到5组电压数据进行比较。

首先测量内阻：



等	负载电阻 (kΩ)	负载电压 (V)	内阻 (kΩ)
效	3.3	2.26	2.54
电	4.5	2.55	2.55
压	5.1	2.67	2.54
4V	6.0	2.81	2.54
	10.0	3.19	2.54

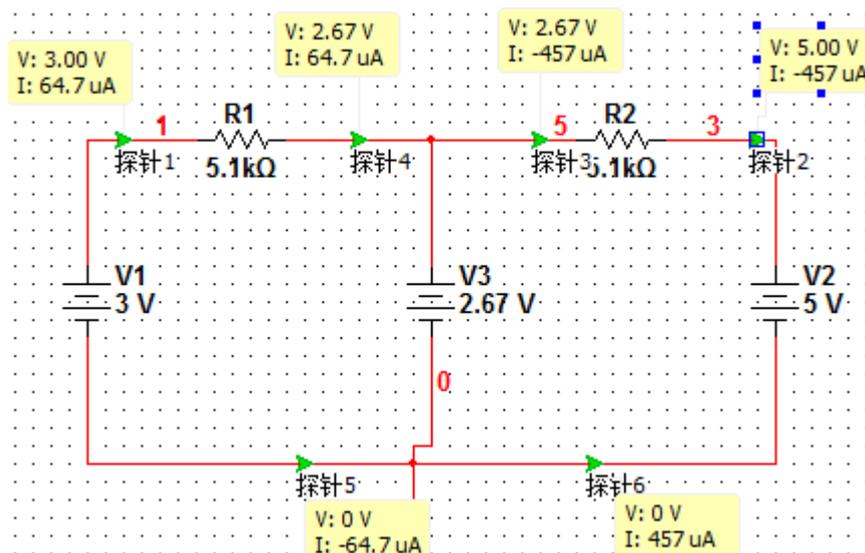
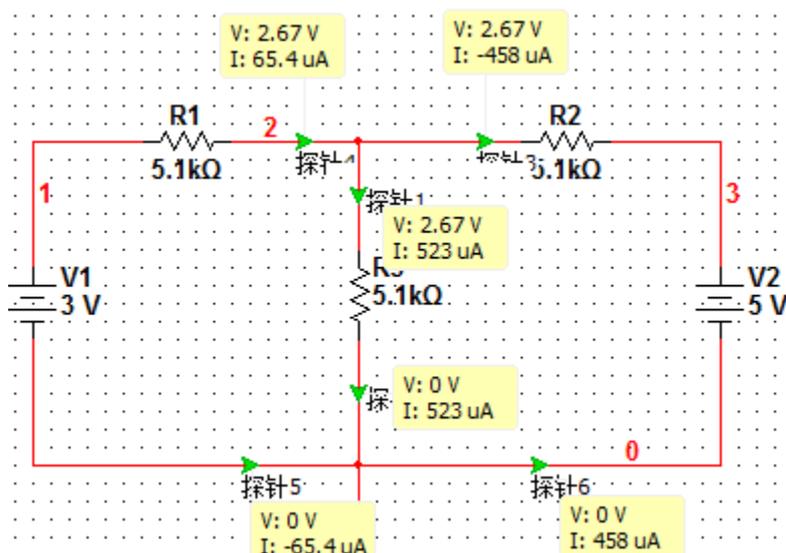
内阻大约为2.54 kΩ，等效电压大约为4V



等	负载电阻 (kΩ)	源电路电压 (V)	等效电路电压 (V)
效	2.0	1.76	1.76
电	3.9	2.42	2.42
压	5.1	2.67	2.67
4V	6.8	2.91	2.91

	10.0	3.79	3.79
--	------	------	------

(4) * 用一电压源替代上述支路或元件，测量其他支路上的电压并计算得到电流，验证替代定理。



用2.67V电压源代替5.1kΩ电阻				
	电压 (V)	电阻 (kΩ)	计算电流 (uA)	原电流 (uA)
支路一	0.33	5.1	64.7	65.4
支路二	2.33	5.1	457	458

四、 实验数据

- (1) 测量各元件上的电压并计算得到流过的电流，分别验证Kirchhoff电压定律和Kirchhoff电流定律。

原件电阻 (k Ω)	5.1	5.1	5.1
电压 (V)			
电流 (μ A)			

- (2) 分别测量独立源单独作用和共同作用在该对象时的电压，验证叠加定理。

	R3两端电压 (V)	流经R3电流 (μ A)
仅有V1作用		
仅有V2作用		
理论共同作用效果		
实际共同作用效果		

- (3) 通过测量某网络的开路电压和等效内阻，构造该网络的戴维南等效电路。分别对原电路和等效电路测量该网络的外特性，并进行比较，进而验证戴维南定理。

等	负载电阻 (k Ω)	源电路电压 (V)	等效电路电压 (V)
效	2.0		
电	3.9		
压	5.1		
4V	6.8		
	10.0		

- (4) 用电压源替代上述支路或元件，测量其他支路上电压并计算得到电流，验证替代定理。

用2.67V电压源代替5.1k Ω 电阻				
	电压 (V)	电阻 (k Ω)	计算电流 (μ A)	原电流 (μ A)
支路一		5.1		
支路二		5.1		

五、实验数据整理与分析

四、实验数据

(1) 测量各元件上的电压并计算得到流过的电流，分别验证Kirchhoff电压定律和Kirchhoff电流定律。

原件电阻 (kΩ)	5.1 左	5.1 中	5.1 右
电压 (V)	0.32	2.68	2.32
电流 (uA)	62.7	525	455

(2) 分别测量独立源单独作用和共同作用在该对象时的电压，验证叠加定理。

	R3两端电压 (V)	流经R3电流 (uA)
仅有V1作用	1.01	198
仅有V2作用	1.68	329
理论共同作用效果	2.69	527
实际共同作用效果	2.68	525

(3) 通过测量某网络的开路电压和等效内阻，构造该网络的戴维南等效电路。分别对原电路和等效电路测量该网络的外特性，并进行比较，进而验证戴维南定理。

等	负载电阻 (kΩ)	源电路电压 (V)	等效电路电压 (V)
效 电 压 4V	2.0 (1.99)	1.77	1.76
	3.9 (3.82)	2.43	2.41
	5.1 (5.10)	2.68	2.68
	6.8 (6.74)	2.92	2.90
	10.0 (9.96)	3.20	3.19

(4) 用电压源替代上述支路或元件，测量其他支路上电压并计算得到电流，验证替代定理。

用2.67V电压源代替5.1kΩ电阻				
	电压 (V)	电阻 (kΩ)	计算电流 (uA)	原电流 (uA)
支路一	2.67	5.1	523	525
支路二	0.32	5.1	62.7	62.7

617

胡明

由等效电路测量

等效电压: 3.99V

使用电阻: 1.99kΩ

电阻分压: 1.76V

等效内阻: $\frac{3.99-1.76}{1.76} \cdot 1.99 = 2.52k\Omega$

数据处理:

1.对于左边的回路, $0.32\text{V}+2.68\text{V}=3.00\text{V}$;右边 $2.32\text{V}+2.68\text{V}=5.00\text{V}$ 。这就验证了基尔霍夫电压定律。对于选定的节点, 流入电流 $62.7\mu\text{A}+455\mu\text{A}\approx 525\mu\text{A}$, 这就验证了基尔霍夫电流定律。

2.当两个电压源分别作用时在 R3 上产生的电压(电流)之和, 约等于两电源共同作用时在 R3 上的电压电流, 叠加定理成立。

3.在接入不同的负载电阻时, 原始电路对负载电阻的电压(电流)和等效电路对相同负载电阻的电压(电流)基本相等, 戴维南定理得到验证。

4.用一电压源代替某一元件或支路, 其他支路上的电压和电流与替代前基本相同, 替代定理成立。

误差分析:

1.首先, 电阻的标称阻值和实际阻值存在一定的误差, 致使实际测量的电压值和按标称值分析得到的电压值存在一定得不同。

2.在进行戴维南定理的验证时, 测量得到的等效电压和等效内阻由于测量方法的原因, 存在着一定的误差。列如电压表内阻并不是无限大, 电压表所测得的开路电压并不完全等于真正的开路电压, 等等。

3.等效电路的电压和内阻有可能不是整数或者恰好存在的电阻值, 需要用并联或串联的方法获得, 但由于电阻的限制, 内阻的等效电阻和真实内阻间存在着一定的误差。

六、实验总结

1.对于选定的回路验证了基尔霍夫电压定律; 对于选定的节点验证了基尔霍夫电流定律。

2.分别作用效果叠加与共同作用效果一致, 验证了叠加定理。

3.对于不同的负载, 戴维南等效电路与原电路作用效果一致, 验证了戴维南定理。

4.用电压源代替某一元件或支路, 其他支路上的电压和电流与之前基本相同, 验证了替代定理。

七、思考题解答

1. 改变电流或电压的参考方向, 对基尔霍夫定律没有影响。因为基尔霍夫定律指的是在任一瞬时, 流向某一结点的电流之和恒等于由该结点流出的电流之和, 或任一节点电流之和为零。当改变参考电压或电流方向时, 流入电流成为流出电流, 而流出电流变成流入电流, 所以流入流出电流依然相等; 或者说原来某一节点电流之和为零, 当改变电流或电压参考方向时, 原来取正值的电流取负值, 原来取负值的电流取正值, 但总和依旧是零。故改变电流或电压的参考方向, 基尔霍夫定律依然成立。

2. ①直接测量法: 将被测有源一端口网络内的电源去掉, 其余部分用万用表测量。

缺点: 电源有一定的内阻, 在去掉电源的同时, 电源的内阻也被忽略了。

使用条件: 电压源内阻较小, 电流源内阻较大。

②开路电压、短路电流法: 测量端口的开路电压 U_{oc} 和短路电流 I_{sc} , 则等效电阻为: $R_{eq} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$ 。

缺点: 电流需要用电流表测得, 如果电流过大有可能烧坏电流表或者损坏电路。

使用条件: 等效电阻较大而且短路电流较小。

③外接电阻法: 在有源一端口网络两端外接一个电阻 R , 测出电阻 R 两端电压 U_R , 即可求

得等效内阻为： $R_{eq} = \left(\frac{U_{oc}}{U_R} - 1\right) \cdot R$ 。

使用条件：等效电阻较大而且短路电流较小。外接电阻 R 应与等效电阻 R_{eq} 一个数量级，以减小误差。

④半电压法：先测出有源一端口网络的开路电压 U_{oc} ，然后在其两端加一个可变电阻，用电压表测该电阻的电压，调节电阻使电压表读数为开路电压的一半，则被测有源一端口网络的等效电阻即为此时可变电阻的阻值。

使用条件：等效电阻较大而且短路电流较小。