

实验二 直流电路电流分析

一. 实验目的

1. 熟悉直流电路的测量和分析方法。
2. 熟悉直流电源、电压表、电流表的使用法及其特性。

二. 实验仪器和器材

1. 实验仪器

直流稳压电源型号: IT6302

台式多用表型号: UT805A

2. 实验（箱）器材

电路实验箱

元器件：电阻（功率 1/2W：100, 330, 470, 510x3, 1k）；

二极管（1N4148）

3. 实验预习的虚拟实验平台

NI Multisim

三. 实验内容

1. 测量电阻串联分压电路和并联分流电路。
2. 测量直流电源开路电压 V_S 和带负载电压 V_R 。
3. 测量三回路两激励源电阻线性电路。

测量两激励源分别单独作用电路时的电压或电流。

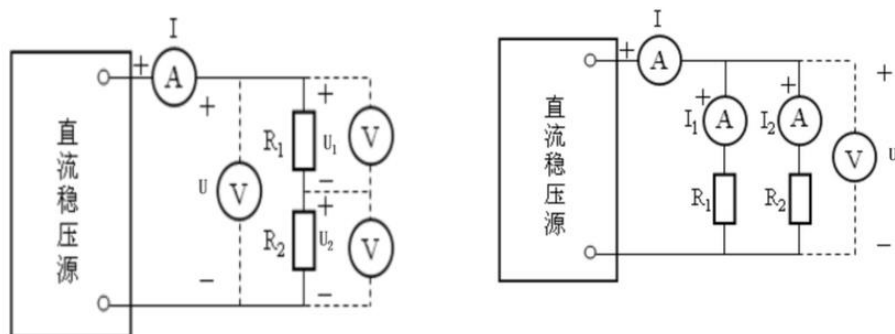
4. (选) 将 R_1 替换为 D_1 , 重复内容 3: 测量电路在激励源单独和共同作用时的电压和电流值。

四. 实验原理

1. 电阻串联与并联电路

串联电路电流相同，具有分压作用 $U=U_1+U_2$

并联电路电压相同，具有分流作用 $I=I_1+I_2$



2. 仪器仪表内阻的影响及激励源内阻的测量

a. 激励源等效电阻:

激励源可等效为一个理想电压源 V_S (电流源) 和内阻 r 串联 (并联) 电路。

当外加负载输出电流时, 激励源端口电压会下降, 内阻大下降多, 电流大下降多。

等效内阻 r 的测量:

先测开路电压: $U_S = V_S$

测量外加负载电阻 R 时的电压 (内阻小时): U_R

$$r = (U_S - U_R) R / U_R$$

差值法

由于直流电压源等效内阻较小, 空载与加负载时的电压变化较小, 为了减小测量误差常采用差值法测量 $\Delta U (U_S - U_R)$ 。

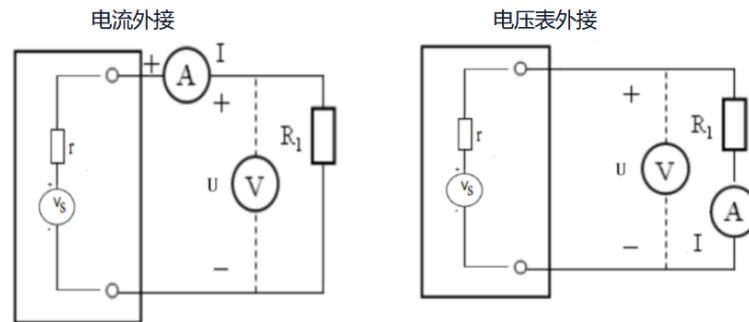
测量电压时电压表的正极接被测电压源正极, 电压表的负极接另外一个比较电压源的正极 (两电压源负极相连), 将比较电压源的电压调整到被测电压源空载时相同, 这时电压表为 0, 被测电压源接负载时, 电压表为 ΔU 。

$$r = \Delta U R / U_R$$

b. 仪器仪表内阻:

电压表内阻大, 电流表内阻小。测量电压与被测电路并联, 测量电流要串入被测电路。

电流表外接时测得的电流为被测电流加电压表内的电流 (同时测量电流电压时), 电压表内阻越大, 测量误差越小; 电压表外接时测得的电压为被测器件与电流表内阻串联电路的总电压。



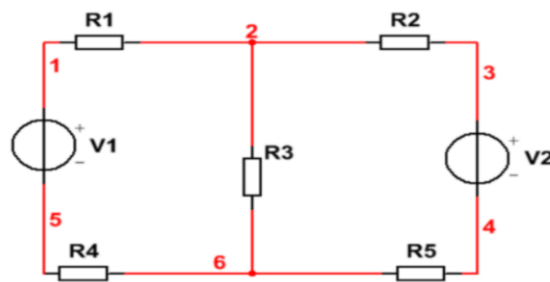
3 回路 2 激励源电阻线性直流电路测量分析

流向某一节点的电流之和等于由该节点流出的电流之和。

沿电路中的任一回路绕行一周，在该回路上电动势之和等于各电阻上的电压降之和。

$iR_1 + iR_2 + iR_3 = 0$ (设定方向, 如: 流出节点 2 为正)

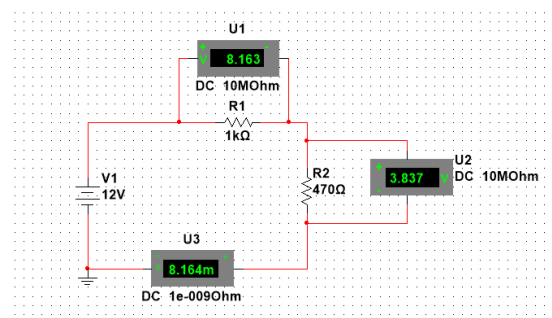
$uR_1 + v_1 + uR_4 + uR_3 = 0$ (设定方向, 如: 回路 1 逆时针为正)



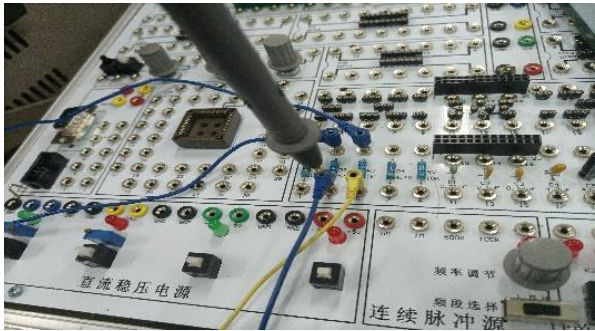
五. 实验过程及实验数据

1. 测量电阻串联和并联电路

串联:



虚拟电路



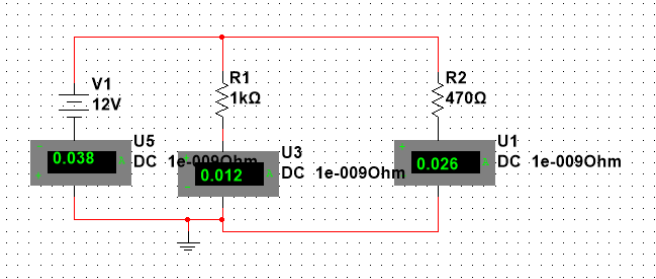
实际电路

	串联电路Vs=12V	R1(470)	R2(1k)
I(mA)	8.218	8.218	8.218
U(V)	11.9905	3.8567	8.1314

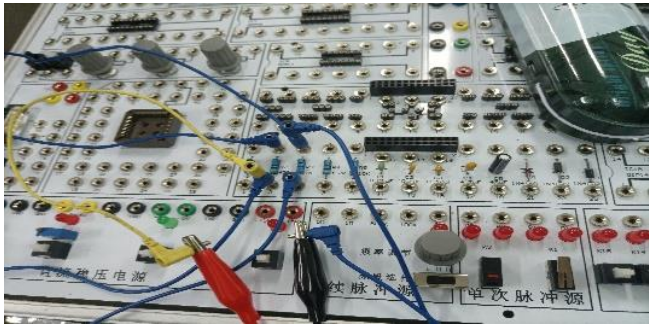
测量数据

$$U=U_{r1}+U_{r2}$$

并联：



虚拟电路



实际电路

	并联电路Vs=12V	R1(470)	R2(1k)
I(mA)	37.531	25.532	12.082
U(V)	11.9472	11.9472	11.9472

测量数据

$$I=I_{r1}+I_{r2}$$

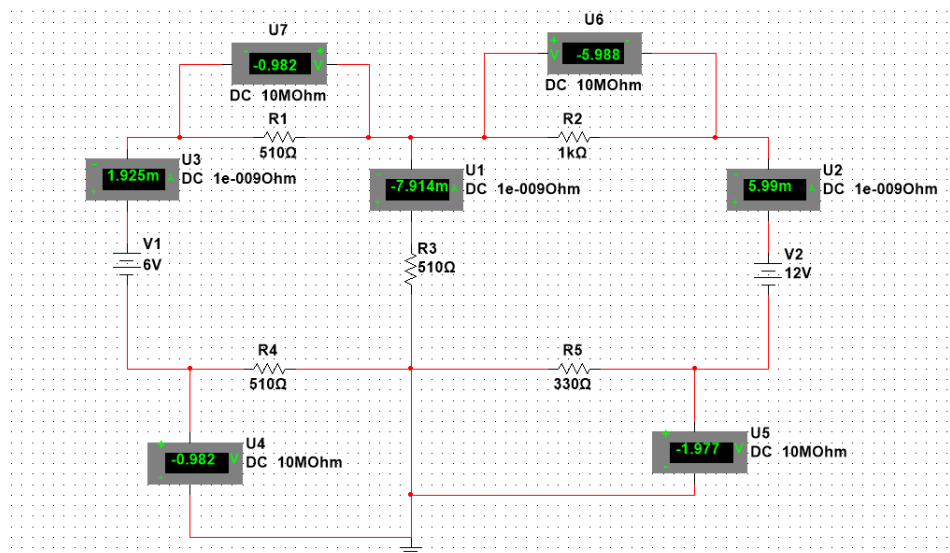
2. 等效内阻的测量

R1: 100	开路电压	接R1的电压
U(V)	12.002	11.823

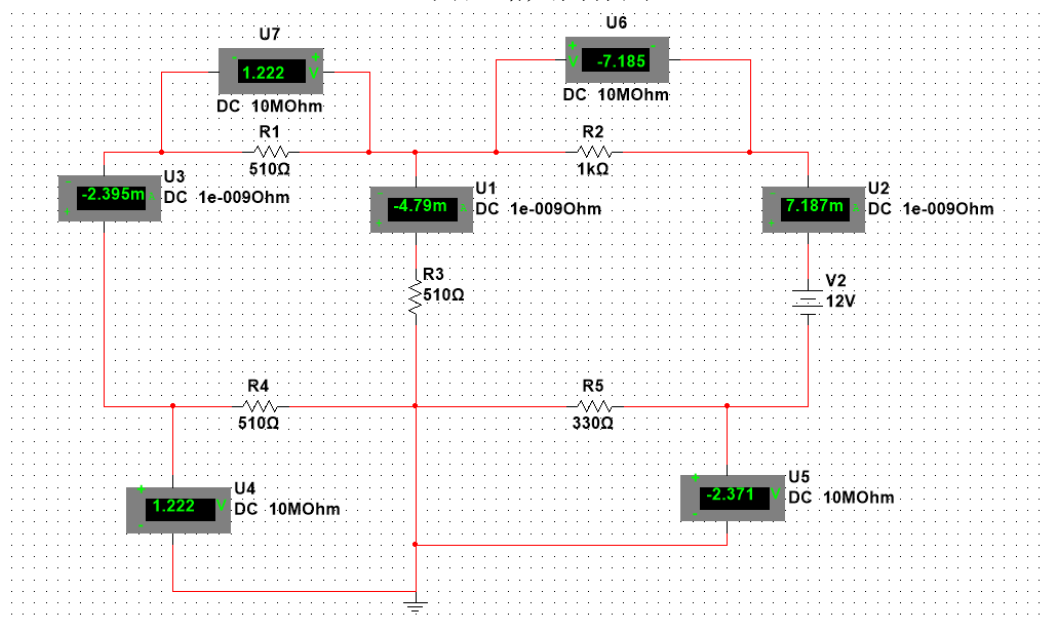
$$r = (U - U_R) * R / U_R = 12.002 / (12.002 - 11.823) = 1.514 \Omega$$

3. 测量三回路两激励源电阻线性电路。

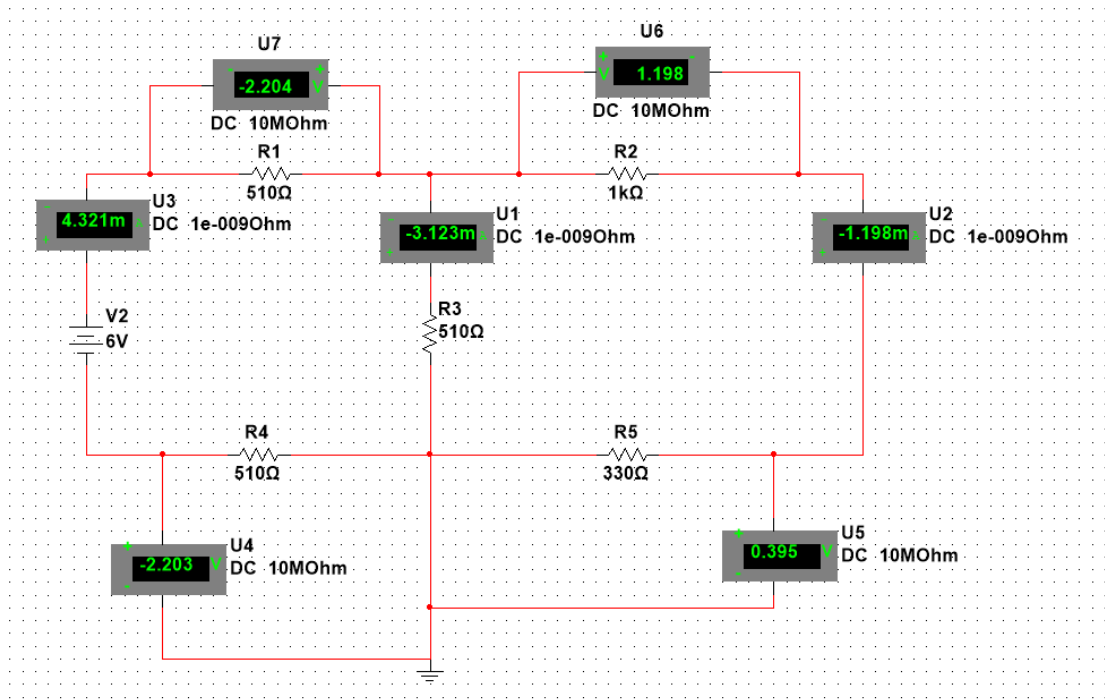
测量两激励源分别单独作用电路时的电压或电流。



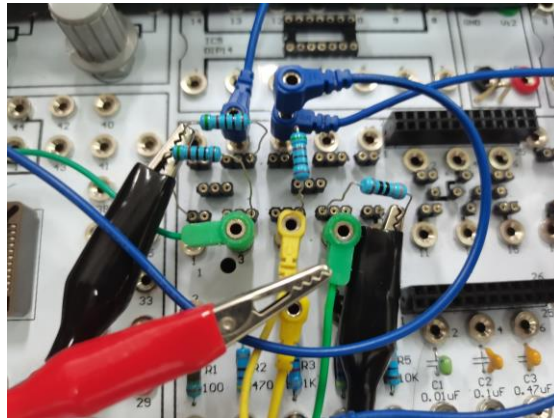
两回路共同作用



12V 电压源单独作用



6V 电压源单独作用



实际电路

	回路电压							回路电压之和			支路电流			节点电流之和
	V1	V2	UR1	UR2	UR3	UR4	UR5	回路一	回路二	回路三	I1	I2	I3	节点一
V1V2共同作用	6	12	-0.9845	-5.9675	-4.0335	-0.97942	-1.99413	0.00258	-0.00487	0.00229	-7.974	1.81192	6.035	-0.12708
V2单独	0	12	1.22463	-7.1579	-2.4429	1.21823	-2.394	-4E-05	-0.0052	0.00524	-4.822	-2.414	7.244	0.008
V1单独	6	0	-2.1731	1.26649	-1.6652	-2.1969	0.39869	-0.03519	1E-05	0.03518	-3.144	4.321	-1.198	-0.021
作用之和	6	12	-0.94847	-5.89141	-4.1081	-0.97867	-1.99531	-0.03523	-0.00519	0.04042	-7.966	1.907	6.046	-0.013

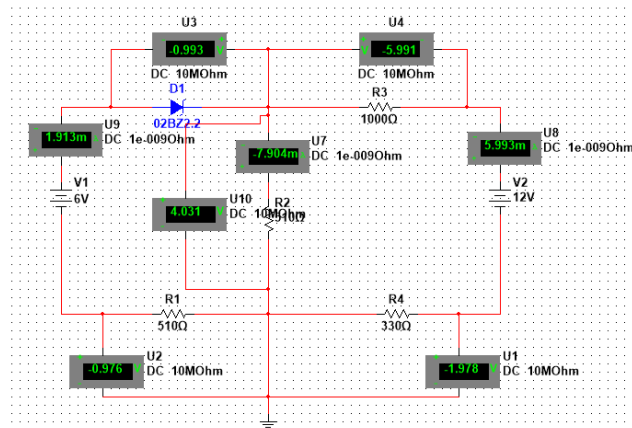
在回路测量中，所有节点 1 电流都是流出电流，直接相加得节点电流和，对于回路，从逆时针方向相加求回路电压和：

$$U1=UR3+UR1+UR4+V1$$

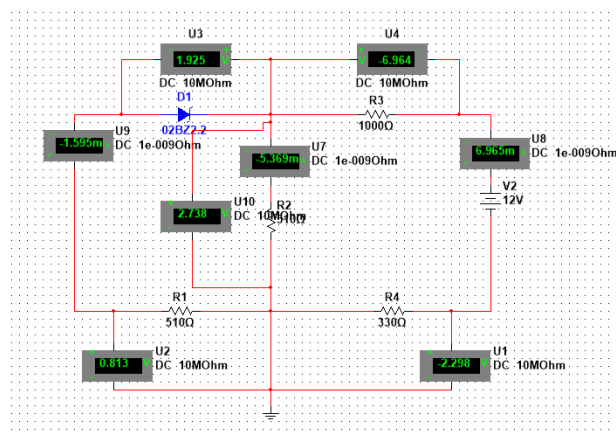
$$U2=UR3+UR2+UR5+V2$$

$$U3=UR2+UR5+V2+UR4+UR3+V1$$

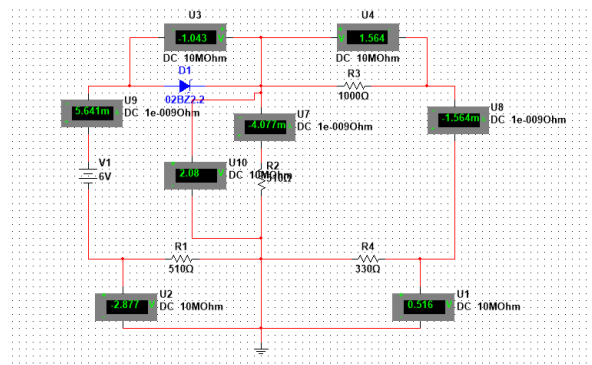
4. 将 R1 换为二极管进行测量



共同作用



12V 电压源单独作用



6V 电压源单独作用

(实际电路搭建与测量未完成)

六. 分析与总结

实验数据分析

1. 通过串并联电路的电压，电流的测量，可以验证串联分压，并联分流。串联元件电压和为总电压，并联支路电流和为总电流。
2. 通过测量开路电压，串联电阻，可以计算得到稳压电压源的等效内阻为 1.514Ω ，内阻较小。

3. 通过测量电路电压源共同作用，分别单独作用，以及电阻的电压，电流和可以得到：节点电流之和为零，回路电压之和为零。电路各处，共同作用的电压值电流值为两电压源单独作用时的电压、电流的和，即线性电路可叠加。

4. 将 R1 替换为二极管后，不符合单独作用的电流电压和为两电压源共同作用的电流电压和，即非线性电路不可叠加。

实验总结

1. 通过实验更加直接理解并验证了电路的串联分压，并联分流和线性电路可叠加，节点电流和为零，回路电压和为零等性质。

2. 通过实验进一步加深了对参考方向，实际方向的理解。

实验思考题

1. 使用虚拟电路得到结果更加直观，且搭建电路更加便捷，便于电路的验证和分析，采用实际电路测量结果更加符合实际，实验结果与导线，电压源的实际工作有关。

2. 将电感视为短路，电容视为开路。

3. 线性电压源存在一个小的内阻，内阻相当于与外电路串联分压，当负载增大时，内阻的分压也增大，所以输出电压减小。而对于开关电压源，开关电压源内部存在电感，所以外加负载增加时，输出电压不是线性降低的。

4. 电压表测量电压时，并联在元件的两端，电压值准确，但电压表实际内阻有分流，所以测得流过元件的电流偏小。电流表测量电流时串联在电路中，内阻存在分压，此时元件两端的电压偏小。由此产生的误差是系统误差。

5. 根据基尔霍夫电流定律，流入任意节点的支路电流的代数和一定为 0。根据基尔霍夫电压定律，网络中任意闭合路径上支路电压的代数和一定为 0。在并联电路的两个支路形成的回路中应用基尔霍夫电压定律，可以得到并联的两条支路上电压相同，在并联电路的节点应用基尔霍夫电流定律，可以得到总电流为支路电流之和。

6. 根据本实验对二极管的测量，电路可叠加性不适用于非线性电路。