

实验4 直流电路测量分析

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, 470, 330, 510 \times 3, 1k) ;

二极管 (1N4148)

3. 实验预习的虚拟实验平台

NI Multisim

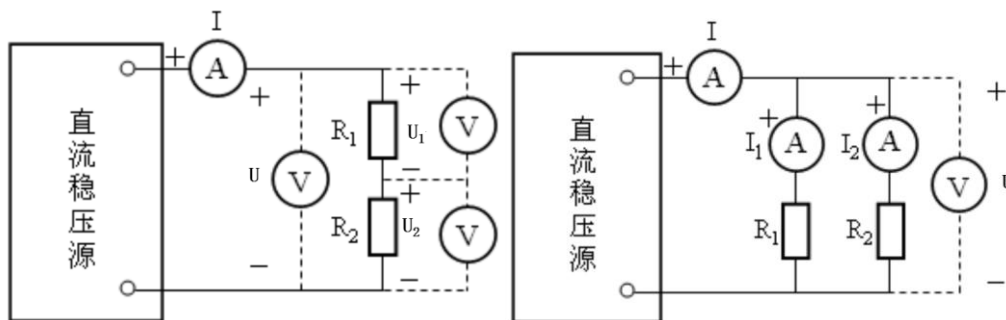
三、实验内容

1. 测量电阻串联分压电路和并联分流电路。分析: 串联电路总电压为器件分压电压之和, 并联电路总电流为支路电流之和。
2. 测量直流电源开路电压 V_s 和带负载电压 V_{RL} 。分析: 直流电源可等效为一个理想电压源串联内阻 r 的电路。
3. 测量 3 回路 2 激励源电阻线性电路。分析: 节点电流之和为零; 回路电压之和为零, 测量 2 激励源分别单独作用电路时的电压或电流。分析: 与 2 激励源共同作用时值的关系: 线性电路可叠加。
4. (选) 将 R5 跟换为 D1, 重复 3: 测量电路在激励源单独和共同作用时的电压和电流值。分析: 非线性电路不可叠加。

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
- 并联电路电压相同, 具有分流作用



2. 仪器仪表内阻的影响及激励源内阻的测量

a. 激励源等效内阻

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:

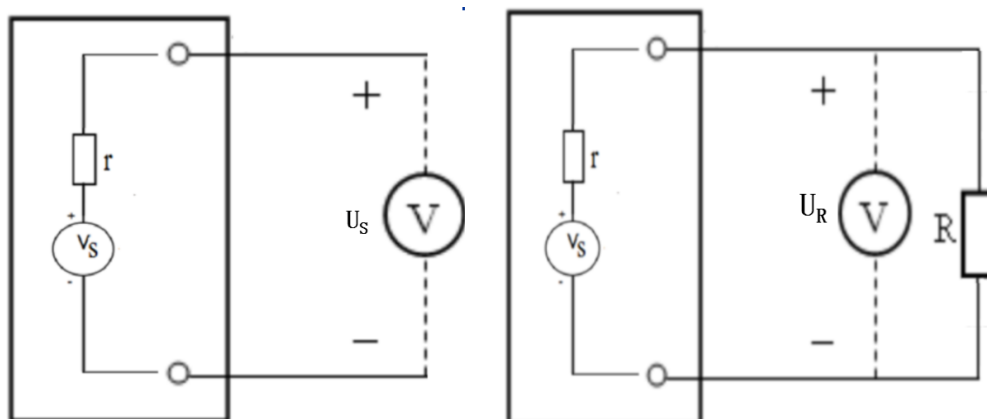
先测开路电压 $U_s = V_s$

再测短路电流 I_s (内阻大时)

$$r = U_s / I_s$$

或测量外加负载电阻 R 时的电压 U_R (内阻小时)

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

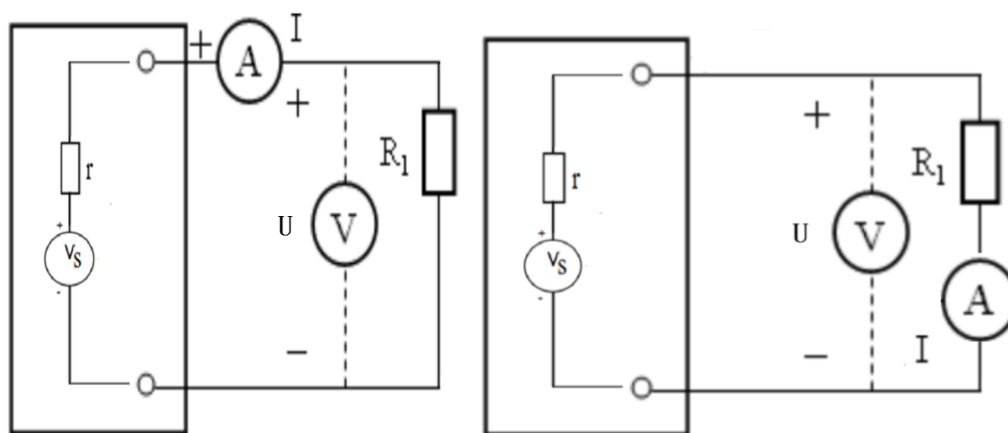


■ 差值法

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，测量电压与被测电路并联；电流表内阻小，测量电流要串入被测电路。

电流表外接时测得的电流：被测器件与电压表内阻并联电路的总电流，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。



电流外接

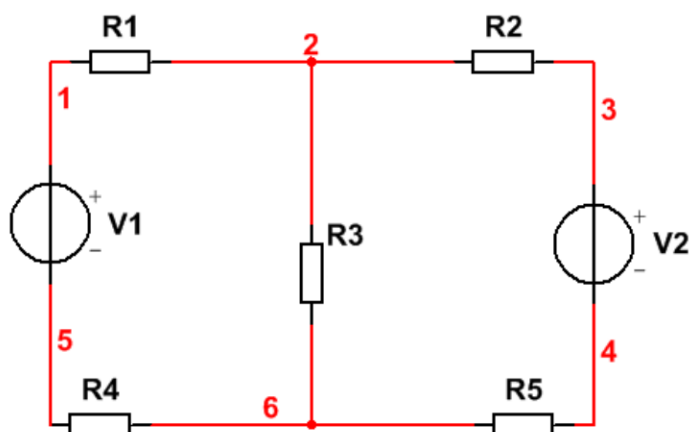
电压表外接

3.3 回路 2 激励源电阻直流电路测量分析

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。

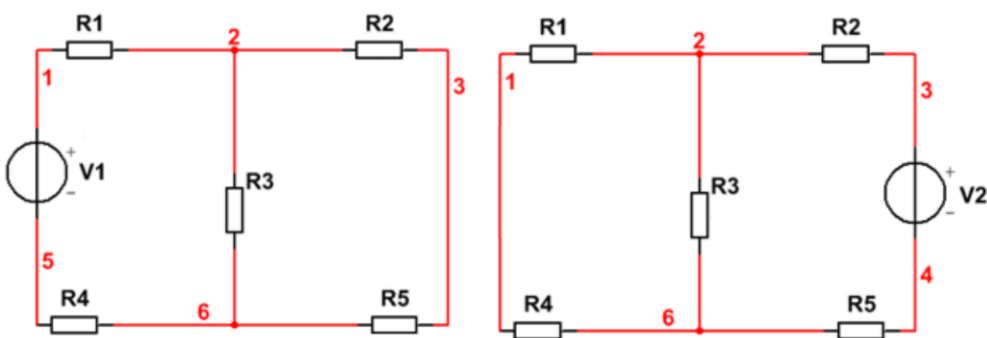
$$i_{R1} + i_{R2} + i_{R3} = 0 \quad (\text{设定方向，如：流出（入）节点 2 为正})$$

$$u_{R1} + v_1 + u_{R4} + u_{R3} = 0 \quad (\text{设定方向，如：回路 1 逆（顺）时针为正})$$



4. 线性电路与非线性电路测量

- 在线性电路中，任一支路的电流(或电压)可以看成是电路中每一个独立激励源单独作用于电路时，在该支路产生的电流(或电压)的代数和；
- R_3 分别在 V_1, V_2 单独激励下的(电流)相加的值与前面的值相同。



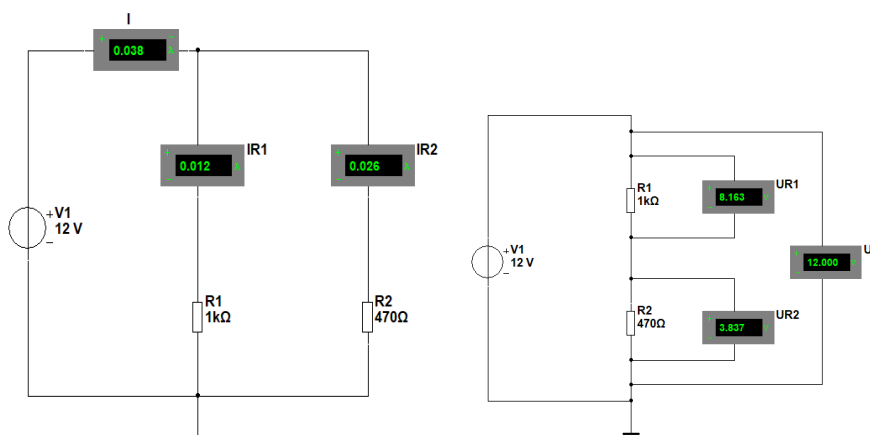
- $i_{R3} (V_1 + V_2) = i_{R3} (V_1) + i_{R3} (V_2)$
- 在非线性电路中（有非线性元器件）不成立。

五、实验步骤及数据记录（及处理）

1. 测试电阻并联和串联电路

（实验预习时要在虚拟实验平台按实验内容进行测试，物理实验平台测试线路图可按实际测试参数画，也可用参数相同的虚拟实验平台线路图代替）

测量线路图（参照 Multisim 平台线路图）：



电阻并联串联电路测量记录表：

	并 联 电路 Vs:12V	R1 (470)	R2 (1k)
I(mA)	37.89	25.789	12.166
U(V)	11.9708		

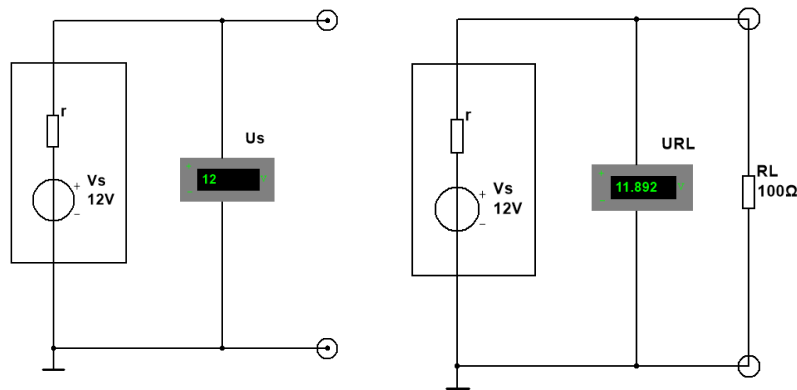
	串联电 路 Vs : 12V	R1 (470)	R2 (1k)
I(mA)	8.233		
U(V)	11.998	3.8609	8.136

$I=I_{R1}+I_{R2}=37.955$ $I_{R1}/I_{R2}=R2/R1=2.1198$
 $U=U_{R1}+U_{R2}=11.9969$ $U_{R1}/U_{R2}=R1/R2=0.4745$

2. 仪器仪表内阻的影响及激励源内阻的测量

a.测量直流电压源等效内阻

- 由于直流电源内阻较小采用外接负载测量方法
- 测量线路图



电源内阻测量记录表：

RL: 100Ω	开路电压 U_s	接 RL 的电压 U_{RL}
U(V)	12.0063	11.8926

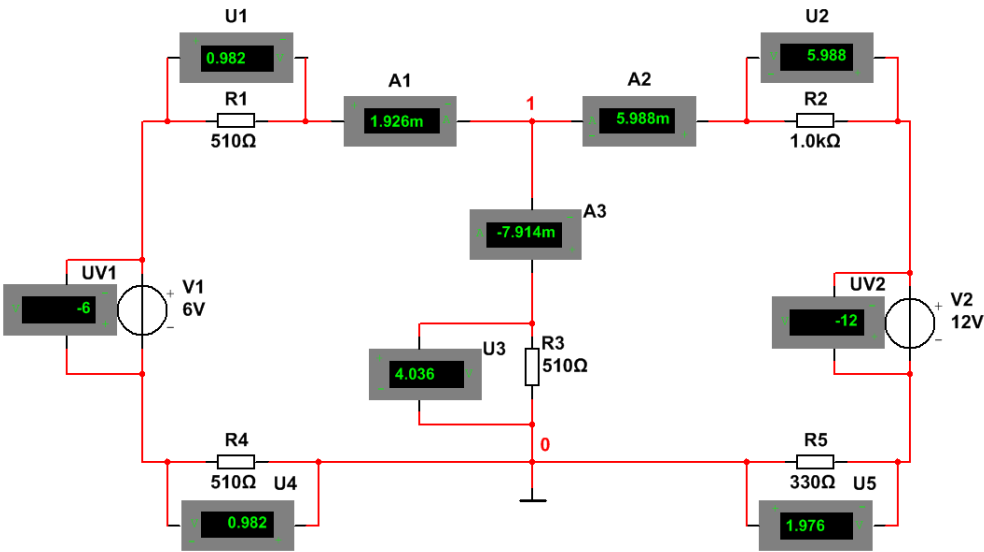
电源内阻计算:

$$r = (U_s - U_{RL})RL / U_{RL} = 0.9546\Omega$$

3.二电压源三个回路电阻电路测试

a.在 V_1V_2 电压激励源下的电压(电流)测量

测量线路图



电压源三个回路电阻电路直流测试数据
(测量值注意正负, 黄色格内为计算值)

	回路电压(V)							回路电压之和(V)			支路电流(mA)			节点电流之和(mA)
	UV ₁	UV ₂	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	回路1	回路2	回路3	A ₁	A ₂	A ₃	节点1
V_1V_2 共同作用	-6	-12	0.982	5.988	4.036	0.982	1.976	0	0	0	1.926	5.988	-7.914	0
V_1 单独作用	-6	0	2.204	-1.19020	1.58223	2.2057	-0.39185				4.311	-1.12464	-3.124	
V_2 单独作用	0	-12	-1.222	7.1803	2.4425	-1.22089	2.3752				-2.384	7.210	-4.791	
V_1V_2 单独作用之和	-6	-12	0.982	5.9901	4.02473	0.98481	1.98335				1.927	6.08536	-7.915	