

浙江大学实验报告

课程名称：__电路与模电实验__ 指导老师：__于于__

实验名称：__仪表内阻对测量影响&直流电流的戴维宁等效及诺顿等效__

一、实验目的和要求

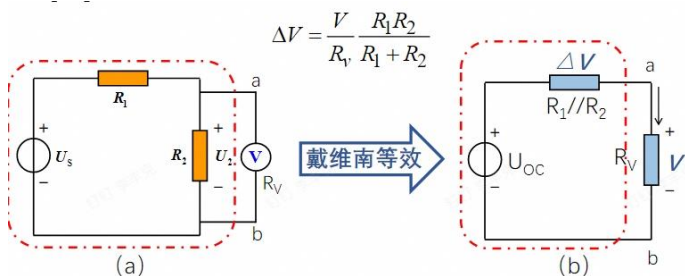
- 1.了解电压表、电流表内阻的测量方法；
- 2.理解仪表内阻对测量误差的影响；
- 3.掌握修正仪表内阻对测量误差影响的方法
- 4.验证戴维南定理和诺顿定理。
- 5.验证电压源与电流源相互进行等效转换的条件。
- 6.了解实验时电源的非理想状态对实验结果的影响。

二、实验内容和原理

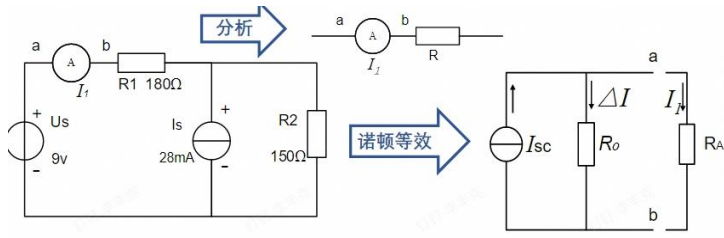
戴维宁等效：任何一个线性网络，如果只研究其中一条支路的电压和电流，则可将电路的其余部分看作是一个含源的一端网络。这时可用一个等效电压源来代替其对外部电路的作用，该电压源的电动势等于这个含源一端网络的开路电压，其等效内阻等于这个含源一端网络中各电源均为零时的无源一端网络的入端电阻，这个结论就是戴维南定理。

诺顿等效：如果这个含源一端网络用等效电流源来代替，其等效电流就等于这个含源一端网络的短路电流，其等效内电导等于这个含源一端网络各电源均为零时的无源一端网络的入端电导，这个结论就是诺顿定理。

电压表内阻修正方法：测得接口等效电阻 R_0 ，电压表内阻 R_v ，电压表显示电压为 U_0 ，由于仪表内阻影响，实际电压为 $U=U_0+U_0*R_0/R_v$



电流表内阻修正方法：测得接口等效电阻 R_0 ，电流表内阻 R_a ，电流表显示电流为 I_0 ，由于仪表内阻影响，实际电流为 $I=I_0+I_0*R_a/R_0$



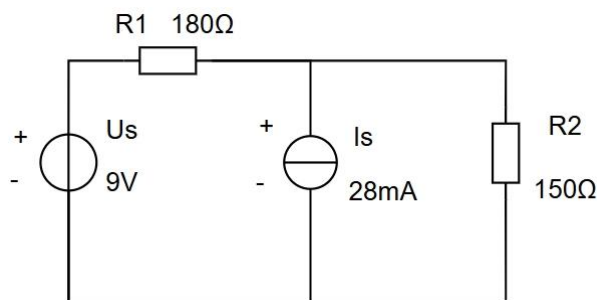
三、主要仪器设备（必填）

可调直流电流源，可调直流电压源，直流电压表，直流电流表，万用电表，两个电阻箱，两个 510Ω 电阻

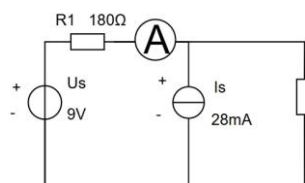
四、实验任务，线路图

实验任务一：

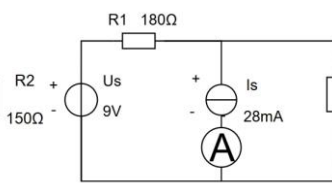
- 1、分别测量直流电流表 and 直流电压表的内阻值。
- 2、分别测量图中各电源和元件上的电压，以及各支路的电流，其中电源设定 $U_s=9V$ ， $I_s=28mA$ ，电阻 $R_1=180\Omega$ ， $R_2=150\Omega$ 。电压电流测量均采用实验台直流仪表，记录测量数据表格请自拟。
- 3、分析实验任务 2 中由电表内阻对测量造成的影响，依据测量数据及实验室的设备参数，修正电表内阻对测量数据的影响。



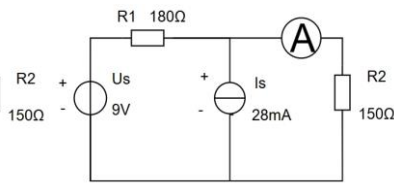
测 U_s & R_1 电流



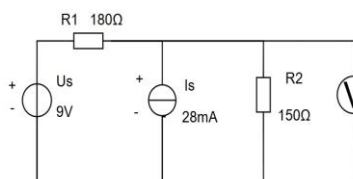
测 I_s 电流



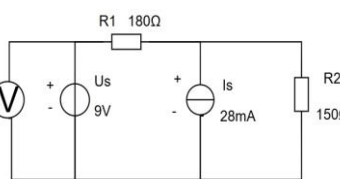
测 R_2 电流



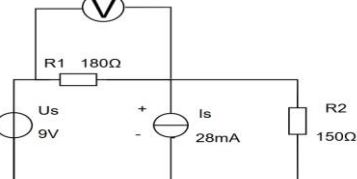
测 I_s & R_2 电压



测 U_s 电压



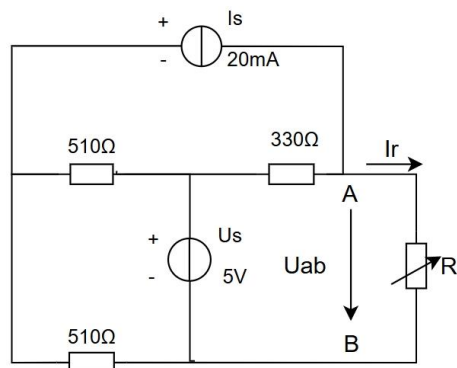
测 R_1 电压



修正时测等效电阻方法：将所有电源置零（电压源短路，电流源断路），再用调到欧姆档的万用电表直接测仪表接入的端口两端电阻。

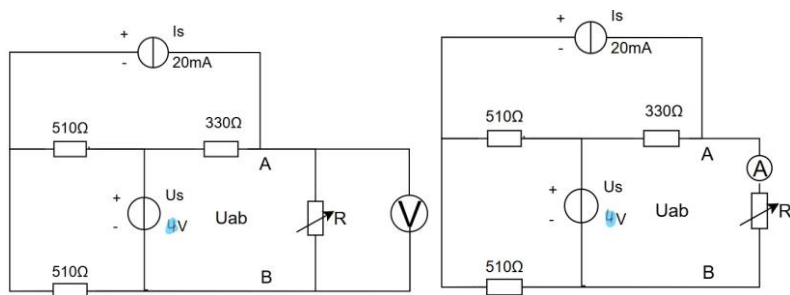
实验任务二：

- 1、按图接线，改变可调电阻 R ，测量 U_{ab} 和 I_r 的关系曲线



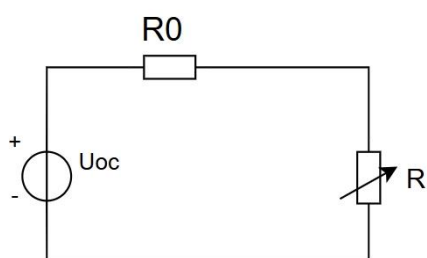
测电压

测电流

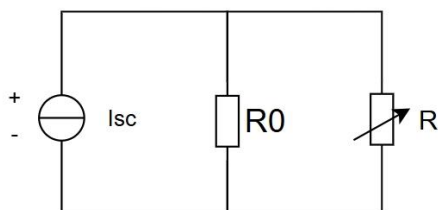


2、测量无源一端口网络的入端电阻。将电流源开路，同时将电压源短路，再将负载电阻开路，用伏安法或直接用万用表测量 A、B 两点间的电阻，即为该网络的入端电阻 R_{ab}

3、将 A、B 两端左侧电路做戴维南等效（请先设定 $U_{oc}=?$ 和 $R_d=?$ ）接入电阻箱 R，重复测量 U_{ab} 和 I_r 的关系曲线，并与任务 1 所得数据比较，验证戴维南定理。



4、将 A、B 两端左侧电路做诺顿等效（请先设定 $I_{sc}=?$ 和 $R_o=?$ ）接入电阻箱 R，重复测量 U_{AB} 和 I_R 的关系曲线，并与任务 1 所得数据比较，验证诺顿定理。



五、实验数据记录处理与实验结果分析

实验任务一：

1，测量电流表电压表内阻

电流表内阻：

量程	2mA	20 mA	200 mA	2A
内阻	51.3 Ω	5.1 Ω	0.51 Ω	0.05 Ω

电压表内阻：

量程	200mV	2V	20V	200V
内阻	526.4k Ω	504.5 k Ω	502.5 k Ω	502.1 k Ω

2，最终数据

其中所有电压测量的量程都为 20V; U_s 和 R_1 的电流量程为 20mA，其余电流量程为 200mA。出现误差值的主要原因是仪表含有的内阻不可忽略。

	U_s	R_1	I_s	R_2
U/V	9.03	2.61	6.42	6.42

I/mA	14.30	14.30	28.0	42.3
是否修正	U 不修正 I 修正	U 不修正 I 修正	均不修正	U 不修正 I 修正
▲U/V	无	无	无	无
U'/V	无	无	无	无
▲I/mA	0.22	0.22	无	0.066
I'/mA	14.52	14.52	无	42.4

(1)对于 U_s 的 U ，由于 U_s 为电压源不需要修正

(2)对于 U_s 与 R_1 的 I 。经测量 $R_0=329.0\Omega$ ，电流表量程为 20mA，内阻 5.1Ω ，代入后得出 $\Delta I=0.22A$ ，其与原数据百分比约为 1.5%，应该修正。

(3)对于 R_1 的 U ，测得 $R_0=82.0\Omega$ ，电压表量程 20V，内阻 $502.5k\Omega$ ，代入后得出 $\Delta U=0.0004V$ ，与原数据百分比小于 0.1%，对结果影响不大，可不修正。

(4)对于 I_s 的 I ，由于 I_s 为电流源不需要修正。

(5)对于 R_2/I_s 的 U ，测得 $R_0=82.0\Omega$ ，内阻 $502.5k\Omega$ ，求得 $\Delta U=0.001V$ ，与原数据百分比小于 0.1%，对结果影响不大，不用修正。

(6)对于 R_2 的 I ，测得 $R_0=329.2\Omega$ ，量程 200mA，内阻 0.51Ω ，代入求得 $\Delta I=0.066mA$ ，与原数据百分比约为 0.16%，可以修正。

实验任务二：

1，测量不同 R 阻值下的 U_{ab} 与 I_r 。

测量过程中发现从 7000 开始，直接用电压表测量 U_{ab} 时，由于电压源的电流保护，其电压值不再等于 4V，而是会略微变大，此时对我们测量有影响，可采用叠加定理原理来测量，即分别让两个电源单独作用测电压，再将两电压加起来即可。

经对电阻箱调整发现电压源开始突变的值约为 $R=5760\Omega$ 。

整个实验任务二中，测电压所用量程都是 20V；测 0 和 300Ω 的电流量程为 200mA，其余所有电流量程为 20mA。

R	0	300	800	1500	3000	5760	7000	9999	∞
U_{ab}/V	0	5.10	7.57	8.76	9.61	10.06	10.21	10.34	10.65
I_r/mA	31.9	16.5	9.29	5.76	3.15	1.75	1.46	1.01	0

2，测得入端电阻 $R_{ab}=330.1\Omega$

3，对（1）中开路电压进行修正得到 $U_{oc}=10.65V$ 。

R	0	300	800	1500	3000	5760	7000	9999	∞
U_{ab}/V	0	5.14	7.63	8.82	9.66	10.12	10.27	10.40	10.65
I_r/mA	32.0	16.5	9.36	5.80	3.18	1.71	1.43	0.98	0

4，对（1）中短路电流进行修正得到 $I_{sc}=32.0mA$

R	0	300	800	1500	3000	5760	7000	9999	∞
U_{ab}/V	0	5.07	7.52	8.70	9.55	10.02	10.15	10.26	10.62
I_r/mA	32.0	16.4	9.24	5.70	3.14	1.72	1.43	0.96	0

1，3，4 中表格阻值对应的 U 和 I 比较发现，其值都相差不大，可以看作相同，故验证了戴维宁定理和诺顿定理成立。

六，实验心得与体会

由于量程不同仪表内阻也不同，故记录时一定要同时记录量程，量电压时最好不要将电流表也接进来，要独立量。测量时要注意是否超过了电压源的限定电流，以防造成测量误差。