

# 浙江大学

## 实验报告

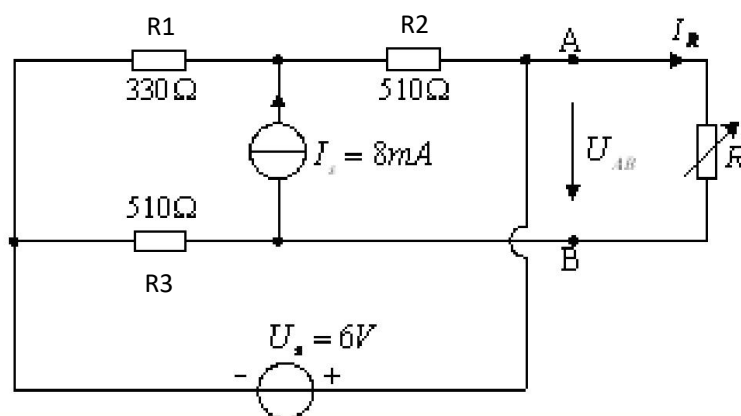
课程名称：电路与电子技术实验 I 指导老师：姚纓英 成绩：\_\_\_\_\_

实验名称：直流电路测量

### 一、实验目的

- 1、了解电源、测量仪表以及数字万用表的使用方法；
- 2、掌握测量电阻、电压和电流的方法；
- 3、掌握二极管特性曲线的伏安测量法；
- 4、掌握含源一端口直流电路等效参数的测量方法；
- 5、了解直流电路实验设计的基本步骤和注意事项。

### 二、实验原理和内容



- 1、用万用表逐个校核 A 电路中的各个元件。

用万用表 600  $\Omega$  欧姆挡测量电阻阻值：

- ① 标称值  $R_{1\text{标}} = 330\Omega$ ，测量值  $R_{1\text{测}} = 327.9 \pm 2.92\Omega$ ， $E = |R_{1\text{测}} - R_{1\text{标}}| / R_{1\text{标}} = 0.64\%$ 。
- ② 标称值  $R_{2\text{标}} = 510\Omega$ ，测量值  $R_{2\text{测}} = 507.8 \pm 4.36\Omega$ ， $E = |R_{2\text{测}} - R_{2\text{标}}| / R_{2\text{标}} = 0.43\%$ 。
- ③ 标称值  $R_{3\text{标}} = 510\Omega$ ，测量值  $R_{3\text{测}} = 507.2 \pm 4.36\Omega$ ， $E = |R_{3\text{测}} - R_{3\text{标}}| / R_{3\text{标}} = 0.55\%$ 。

2、测 AB 以左一端口电路的等效参数，验证戴维南（诺顿）定理。

测得开路电压  $U_d = 10.16V$ ，短路电流  $I_d = 19.67mA$ ，等效内电阻  $R_d = U_d/I_d = 516.5 \pm 10.33 \Omega$ 。

值得注意的是，当  $R$  小于等于  $5200 \Omega$  时直流稳压源输出电压均为  $6.00V$ ；当  $R = 5300 \Omega$  时，原电路直流稳压源输出电压变为  $6.05V$ ，此时  $I = 1.728mA$ ， $U = 9.32V$ ，此后增加负载阻值，输出电压会逐渐增大，不符合实验要求。这是由于电压源发生倒灌导致的，在电压源两端并联  $1k \Omega$  的电阻后，输出电压可以稳定在  $6.00V$ 。改变负载得到以下数据：

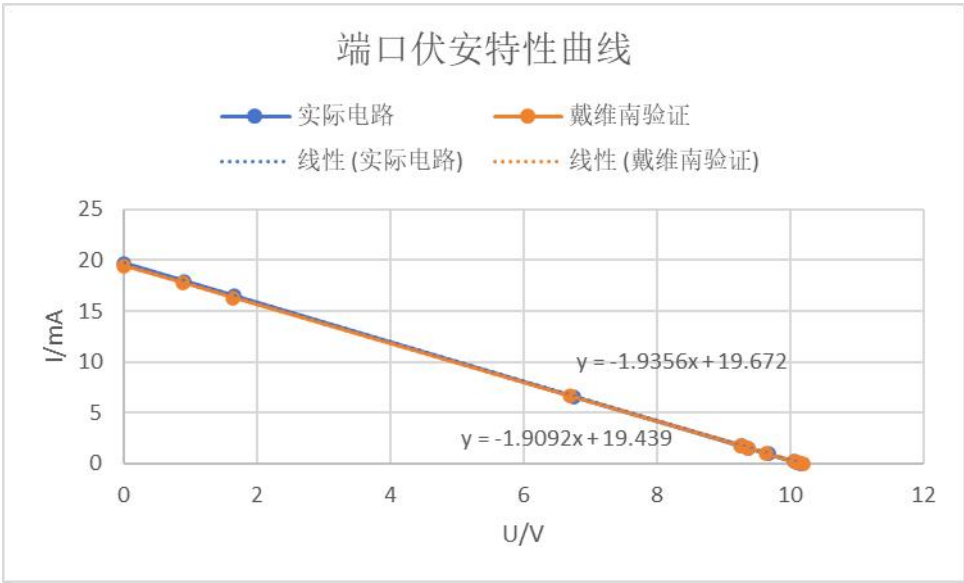
$R/\Omega$	0	50	100	1000	5200	5300	6000	10000	50000	100000	正无穷
$I/mA$	19.67	17.93	16.46	6.58	1.755	1.722	1.532	0.939	0.198	0.096	0
$U/V$	0	0.905	1.659	6.75	9.28	9.28	9.37	9.67	10.06	10.11	10.16

戴维南定理验证：

将可变电阻箱调至  $517 \Omega$ ，与输出电压为  $10.16V$  的直流电压源串联，改变负载得到以下数据：

$R/\Omega$	0	50	100	1000	5200	5300	6000	10000	50000	100000	正无穷
$I/mA$	19.43	17.79	16.32	6.63	1.78	1.75	1.563	0.985	0.19	0.12	0
$U/V$	0	0.875	1.629	6.70	9.26	9.27	9.37	9.64	10.07	10.13	10.19

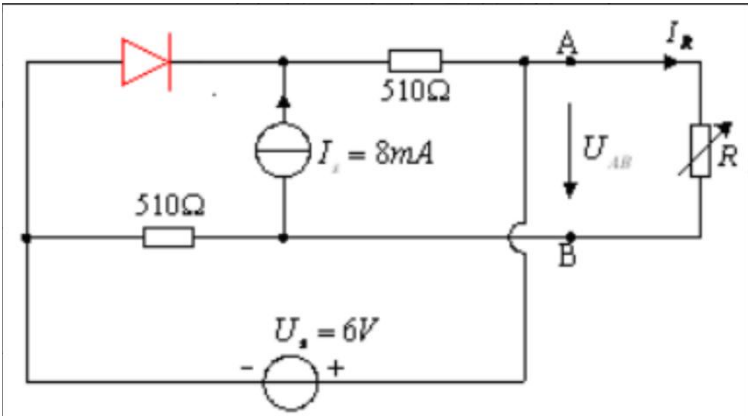
对比两组实验数据，得到以下图表：



实际电路拟合的伏安特性曲线符合线性公式  $I = -1.94U + 19.67$ ，戴维

南验证实验的伏安特性曲线符合线性公式  $I = -1.91U + 19.44$ ，两实验所得的端口电压与电流数据基本相同，因此戴维南等效成立。

以戴维南验证实验中开路电压与短路电流的测量为例，由于实验台直流电压表为 0.5 级精度，其直读误差为  $\pm 0.5\% \times 10.19V = \pm 0.05V$ ，不确定度  $u_V = u_{BV} = 0.5\% \times 20V / \sqrt{3} = 0.06V$ ，测量结果表示为  $U = 10.19 \pm 0.06V$ 。短路电流的直读误差为  $\pm 0.5\% \times 19.43mA = \pm 0.10V$ ，不确定度  $u_I = 0.5\% \times 20mA / \sqrt{3} = 0.06mA$ ，测量结果表示为  $I = 19.43 \pm 0.06mA$ 。则内阻的不确定度为  $u = u_A = U/I * \sqrt{(u_V/U)^2 + (u_I/U)^2} = 3.5 \Omega$ ，所以  $R = 524.4 \pm 3.5 \Omega$ ，所以根据实际上该电路的等效串联电阻为  $524.4 \pm 3.5 \Omega$ ，而非变阻箱设定的  $517 \Omega$ 。



3、将  $330 \Omega$  换成二极管，得到电路 B，判断戴维南等效是否成立。

测得开路电压  $U_d = 10.16V$ ，短路电流  $I_d = 19.66mA$ ，等效内电阻  $R_d = U_d/I_d = 516.5 \pm 10.33 \Omega$ ，戴维南等效电路与上组实验相同。

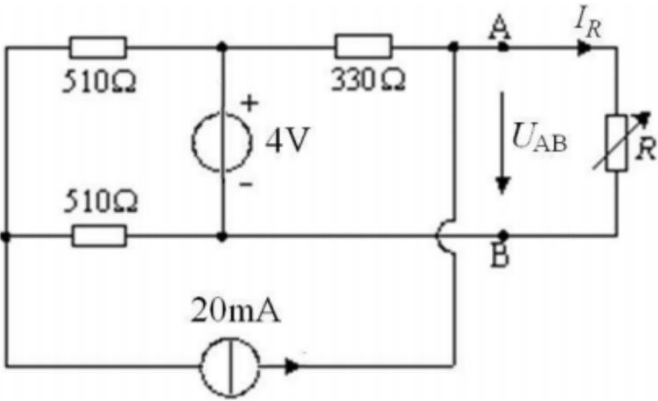
当  $R$  小于等于  $5300 \Omega$  时直流稳压源输出电压均为  $6.00V$ ；当  $R = 5400 \Omega$  时，原电路直流稳压源输出电压变为  $6.06V$ ，此时  $I = 1.68mA$ ， $U = 9.34V$ ，原因同上组实验。在电压源两端并联  $1k \Omega$  的电阻后，输出电压可以稳定在  $6.00V$ 。改变负载得到以下数据：

$R/\Omega$	0	100	1000	5000	5300	5400	10000	50000	100000	正无穷
$I/mA$	19.66	16.46	6.56	1.81	1.73	1.67	0.622	0.179	0.092	0
$U/V$	0	1.741	6.78	9.22	9.30	9.29	9.84	10.07	10.11	10.16

对比 A、B 电路的端口电压与电流值，发现 B 电路的伏安特性和 A 电路相差不大，这是由于在等效电阻的计算中， $R_1$ （二极管处）属

于被短路的状态，等效电路的参数与该处电阻无关。

事实上，如果电路中含有非线性元件或复杂电路，则不能应用戴维南定理进行分析和计算。



4、考察上图电路 D 的端口伏安特性，观察是否会出现电源异常。

测得开路电压  $U_d = 10.65V$ ，短路电流  $I_d = 31.8mA$ ，等效内电阻  $R_d = U_d/I_d = 334.9 \pm 6.70 \Omega$ 。

当  $R$  小于等于  $300 \Omega$  时直流稳压源输出电压均为  $4.00V$ ；当  $R = 400 \Omega$  时，出现电源异常，原电路直流稳压源输出电压变为  $4.59V$ ，此时  $I = 15.25mA$ ， $U = 6.21V$ ，原因同上组实验。在电压源两端并联  $100 \Omega$  的电阻后，输出电压可以稳定在  $4.00V$ 。改变负载得到以下数据：

$R/\Omega$	0	100	300	400	1000	5000	10000	50000	100000	正无穷
$I/mA$	31.8	24.2	16.72	14.45	9.23	1.95	0.96	0.206	0.102	0
$U/V$	0	2.51	5.14	5.89	9.52	9.99	1.003	10.58	10.61	10.65