

# 浙江大学实验报告

专业：信息工程  
姓名：李昕  
学号：3230103034  
日期：2024 年 11 月 5 日  
地点：东 4-216

课程名称：电子电路设计实验 I 指导老师：施红军, 叶险峰, 邓靖靖 成绩：  
实验名称：3. 戴维南定理的实验研究 实验类型： 同组学生姓名：罗启航

## 一、实验目的

- 实验研究戴维南定理。
- 掌握有源二端口网络等效电路参数的测量方法。

## 二、实验任务和要求

- 测量戴维南定理的相关等效参数。(开路电压、短路电流)
- 利用测得的参数构建等效电路，并且对于戴维南定理进行验证。

## 三、实验原理

任何一个线性网络，如果只研究其中一条支路的电压与电流，则可将电路的其余部分视为一个含源的单端口网络。该网络可以等效于一个电压源或者是一个电流源。

如果将该网络等效于一个电压源，则电压源的输出电压等于该网络的开路电压，等效内阻等于该网络中各电源均为零时的无源网络的入端电阻，这就是戴维南定理。如图 1 所示，其电压源的电动势  $U_s$  等于这个有源二端口网络的开路电压  $U_{OC}$ ，其等效电阻  $R_o$  等于该网络中所有独立源均置零（理想电压源视为短接，理想电流源视为开路）时的等效电阻。

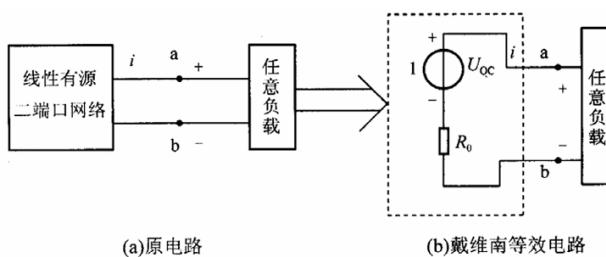


图 1: 戴维南等效电路图

## 四、实验方案设计与参数计算

### 1. 实验电路和方案总体设计

实验电路如下图所示

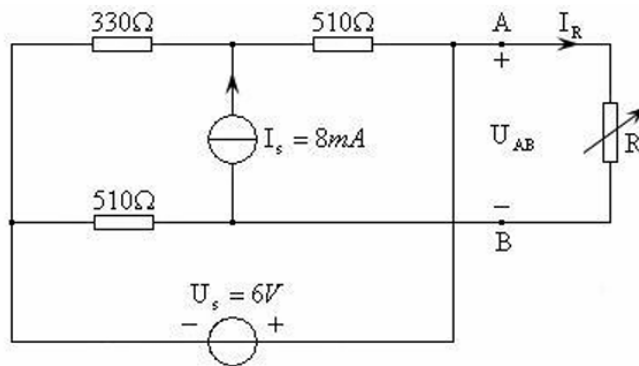


图 2: 实验电路

本实验的大致思路如下：

- (1) 用开路电压、短路电流法测定戴维南等效电路的  $U_{OC}$ 、 $R_O$ 。
- (2) 负载实验。按图 5 接入负载  $R_L$ ，改变  $R_L$  阻值，测量有源二端口网络的外特性，并记录实验数据
- (3) 验证戴维南定理：验证戴维南定理：用一只  $1k\Omega$  的电位器作为  $R_O$ ，将其阻值调整到等于步骤 (1) 所得的等效电阻  $R_O$  的值，然后令其与直流稳压电源  $U_{OC}$  相串联，按下图实验电路 2 进行实验，记录实验数据，作图对戴维南定理进行验证。

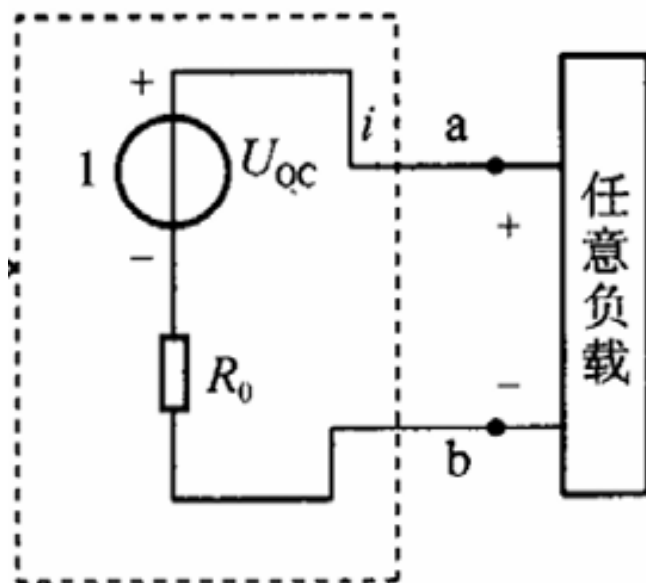
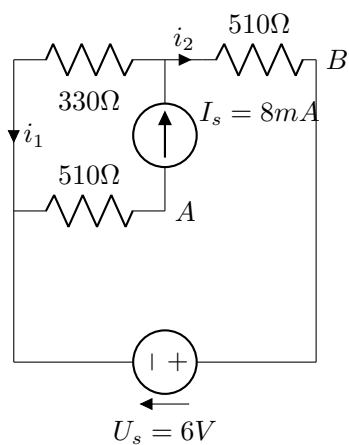


图 3: 实验电路 2

## 2. 理论值计算

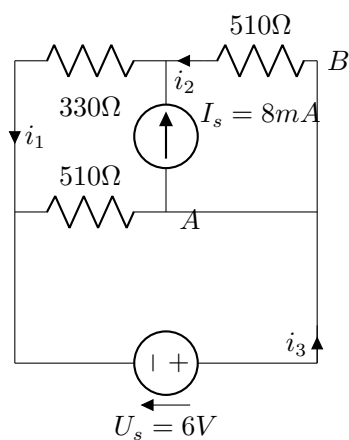
### 2.1 开路电压：



如图，画出  $A$  和  $B$  开路时的等效电路：

$$\Rightarrow U_{AB} = 6 + (510 \cdot I_s) = 10.08V$$

### 2.2 短路电流



利用网孔电流法：

$$\begin{cases} 840i_1 + 510i_2 - 510i_3 = 0 \\ i_1 - i_2 = I_s \\ 510(i_3 - i_1) = 6 \end{cases} \quad (1)$$

解得：

$$\begin{cases} i_1 = 12.4mA \\ i_2 = 4.44mA \\ i_3 = 24.209mA \end{cases} \quad (2)$$

短路电流即  $AB$  间的电流， $I_S = i_3 - i_2 = 19.77mA$

## 五、 实验仪器设备

- 万用表

- 电流表
- 电路板

六、实验步骤、实验数据记录

(1) 用开路电压、短路电流法测定戴维南等效电路的  $U_{OC}$ 、 $R_O$  和诺顿等效电路的  $I_{SC}$ 、 $R_O$ 。按图 5 接入稳压电源  $U_s = 6V$  和恒流源  $I_s = 8mA$ ，接入负载  $R_L$ 。测出  $U_{OC}$  和  $I_{SC}$ ，并计算出  $R_O$ 。

表 1: 实验数据

| $U_{oc}$ (V) | $I_{sc}$ (mA) | $R_O = U_{oc}/I_{sc}(\Omega)$ |
|--------------|---------------|-------------------------------|
| 10.24        | 19.57         | 523.25                        |

(2) 负载实验。按图 5 接入负载  $R_L$ ，改变  $R_L$  阻值，测量有源二端口网络的外特性，实验数据如下：

|               |      |       |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|               | 1    | 2     | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| $R_L(\Omega)$ | 69.1 | 213   | 373  | 595  | 1017 | 1597 | 2290 | 3520 | 5180 |
| $U_{AB}(V)$   | 0.77 | 1.165 | 1.56 | 2.22 | 2.91 | 3.61 | 3.96 | 4.42 | 4.74 |
| $I_{mA}$      | 6.34 | 5.09  | 4.41 | 3.72 | 2.94 | 2.18 | 1.79 | 1.30 | 0.95 |

作出 U-I 图像：

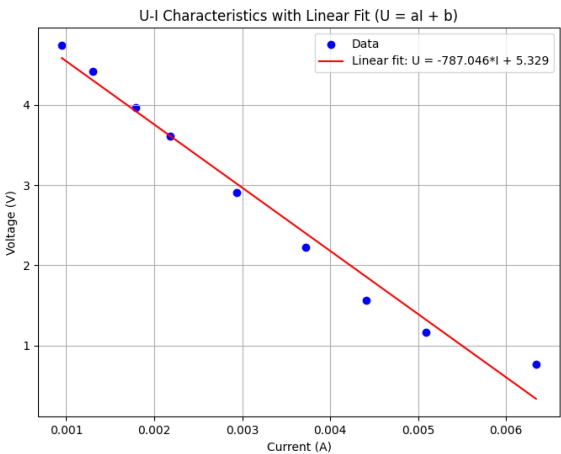


图 4: U-I 图像

(3) 验证戴维南定理：用一只  $1k\Omega$  的电位器作为  $R_o$ ，将其阻值调整到等于步骤 (1) 所得的等效电阻  $R_o$  的值，然后令其与直流稳压电源  $U_{OC}$ (即之前测得的开路电压值) 相串联，测得相应数据如下表：

|               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| $R_L(\Omega)$ | 705  | 791  | 840  | 883  | 924  | 930  | 950  | 1010 | 1049 |
| $U_{AB}(V)$   | 6.02 | 5.85 | 6.29 | 6.14 | 6.40 | 6.43 | 6.40 | 6.74 | 6.70 |
| $I_{mA}$      | 8.38 | 8.58 | 7.84 | 8.03 | 7.71 | 7.58 | 7.33 | 7.00 | 6.80 |

再次作出 U-I 图像：

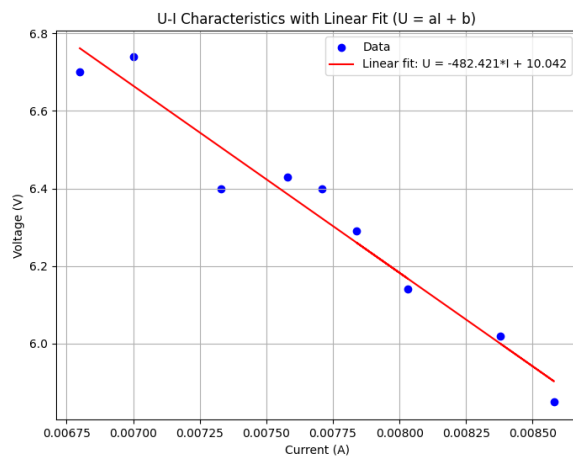


图 5: U-I 图像

## 七、 数据分析与讨论

作出的两条  $U - I$  曲线虽然存在误差，但基本一致，验证了电路满足戴维南定理。

在实际测量中，由于第二个电路中外电阻的可调范围较小，因此误差较大，下次应选择调节范围更大的电阻进行调节；此外，电压和电流值选的过于接近，也不利于直观进行拟合。

## 八、 结论

可以使用戴维南定理绘制有源二端口网络等效电路。

## 九、 心得与体会

本实验中，我深刻体会到耐心和细心的重要性，也感受到了测试点的选择对结果的影响，应该必须细致分析误差，以提高实验准确性。同时，本次使用了 Python 拟合，为数据处理提供了有力工具。

## 十、 思考题

1. 在求戴维南或诺顿等效电路时，做短路实验，则测  $I_{sc}$  的条件是什么？

- (1) 必须断开负载，使其与电路分离
- (2) 要求 AB 端的等效电阻应该足够大，而不至于短路的电流超过额定值，损坏电源

2. 在本实验中可否直接做负载短路实验？

答：不能。如果没有对开路电压一定的估计， $R_L$  的选取过小，会导致烧坏电源

### 3. 简述测量有源二端口网络开路电压及等效内阻的几种方法，并比较其优缺点。

#### (1) 开路电压、短路电流法：

- 优点：测量方法简单，容易操作。
- 缺点：当二端网络的内阻很小时，容易损坏其内部元件。

#### (2) 伏安法：

- 优点：利用伏安特性曲线可以直观地看出其电压与电流的关系。
- 缺点：
  - 需作图，比较繁琐。
  - 电表的内阻较大时，误差可能较大。

#### (3) 半电压法：

- 优点：
  - 方法比较简单，精准度更高，误差较小。
  - 不受电压波动的影响。
- 缺点：需要使用精度较高的电源；测量次数较多，较复杂。