

预习报告		实验记录		分析讨论		总成绩	
25		25		30		80	

年级、专业：	2022 级物理学	组号：	
姓名：	黄罗琳，王显	学号：	22344001 22344002
实验时间：	2024/3/20	教师签名：	

ET4 戴维南定理和诺顿定理

【实验报告注意事项】

1. 实验报告由三部分组成：
- (a) 预习报告：课前认真研读实验讲义，弄清实验原理；实验所需的仪器设备、用具及其使用、完成课前预习思考题；了解实验需要测量的物理量，并根据要求提前准备实验记录表格（可以参考实验报告模板，可以打印）。（20 分）

(b) 实验记录：认真、客观记录实验条件、实验过程中的现象以及数据。实验记录请用珠笔或者钢笔书写并签名（用铅笔记录的被认为无效）。保持原始记录，包括写错删除部分，如因误记需要修改记录，必须按规范修改。（不得输入电脑打印，但可扫描手记后打印扫描件）；离开前请实验教师检查记录并签名。（30 分）

(c) 数据处理及分析讨论：处理实验原始数据（学习仪器使用类型的实验除外），对数据的可靠性和合理性进行分析；按规范呈现数据和结果（图、表），包括数据、图表按顺序编号及其引用；分析物理现象（含回答实验思考题，写出问题思考过程，必要时按规范引用数据）；最后得出结论。（30 分）
- 实验报告就是将预习报告、实验记录、和数据处理与分析合起来，加上本页封面。（80 分）
2. 实验报告在 每个小结（补做）的 之后一周内 提交，最后一次实验，在 结束一周内 提交。

目录

1	ET4 戴维南定理和诺顿定理 预习报告	3
1.1	实验目的	3
1.2	仪器用具	3
1.3	原理概述	3
1.4	实验预习题	4
2	ET4 戴维南定理和诺顿定理 实验记录	5
2.1	实验内容、步骤与结果	5
2.1.1	测量开路电压，短路电流	5
2.1.2	测量等效电阻	6
2.1.3	验证戴维南定理	7
2.1.4	验证诺顿定理	8
2.1.5	测量实验室函数信号发生器的戴维南等效内阻	8
2.2	原始数据记录	9
2.3	实验过程遇到问题及解决办法	9
3	ET4 戴维南定理和诺顿定理 分析与讨论	10
3.1	实验数据分析	10
3.1.1		10
3.1.2		10
3.1.3		10
3.2	实验后思考题	10
4	ET4 戴维南定理和诺顿定理 结语	11
4.1	实验心得和体会、意见建议等	11
4.2	附件及实验相关的软硬件资料等	11

## ET4 戴维南定理和诺顿定理 预习报告

### 1.1 实验目的

1. 加深对戴维南定理和诺顿定理的理解。
2. 学习戴维南等效参数的各种测量方法。
3. 理解等效置换的概念。
4. 学习直流稳压电源、万用表、直流电流表和电压表的正确使用方法。

### 1.2 仪器用具

编号	仪器用具名称	数量	主要参数（型号，测量范围，测量精度等）
1	电路原理箱或板	1	
2	稳压源	1	
3	直流电流源	1	
4	直流电流表	3	
5	直流电压表	2	
6	电流表专用线	3	
7	2 号实验导线	n	
8	其它	—	

### 1.3 原理概述

1. **戴维南定理**指出：对于一个含有独立电源、线性电阻和受控源的一端口，可以用一个电压源和电阻的串联组合来等效置换。其中，该电压源的激励电压等于端口的开路电压，电阻等于将端口内全部独立电源置零后的输入电阻。
2. **诺顿定理**是戴维南定理的对偶形式。它指出：对于一个含有独立电源、线性电阻和受控源的一端口，可以用一个电流源和电阻的并联组合来等效置换。电流源的激励电流等于端口的短路电流，电阻等于将端口中全部独立源置零后的输入电阻。
3. **戴维南—诺顿定理的等效电路**是对外部特性而言的。换句话说，无论网络内部是时变的还是定常的，只要网络内部除了独立电源外都是线性元件，上述等效电路都是正确的。测量戴维南等效电路参数的方

法：对于开路电压  $U_{oc}$  的测量，可以直接使用电压表测量，也可以采用补偿法测量；而对于戴维南等效电阻  $R_{eq}$  的获取，可采用如下方法：当网络含有源时，可以使用开路电压法或者短路电流法，但对于不允许直接短路外部电路的网络（例如，可能因短路电流过大而损坏网络内部器件的情况），不能采用短路电流法；当网络不含源时，可以使用伏安法、半流法、半压法、直接测量法等方法。

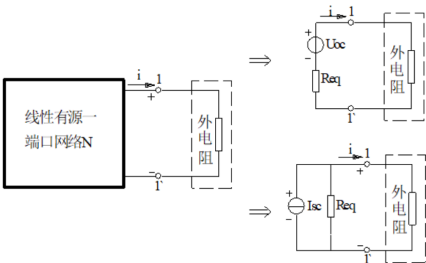


图 1: 一种端口网络的等效置换

1.4 实验预习题

**思考题 1.1:** 用开路电压、短路电流法测量等效电阻时，开路电压、短路电流是否可以同时进行测量，为什么？

在使用开路电压和短路电流法测量电路的等效电阻时，实际操作中开路电压和短路电流是不能同时进行测量的。原因在于这两种测量方式的条件和对电路的影响完全不同。

**开路电压测量：**在进行开路电压的测量时，测量对象的两端不接任何外部负载，即电路是开路状态。这种测量方式的目的是测定在无负载条件下电源的电压，即电源的最大电动势。在这种状态下，电路中的电流为零，因此不会有电流通过被测电源或电路，可以获得一个准确的开路电压值。

**短路电流测量：**而在进行短路电流的测量时，测量对象的两端被直接短路，通过一个极低的电阻（接近于零），目的是测量在这种极端条件下通过电路的电流大小。这种状态下电路的电阻最小，电流达到最大值。这样做可以确定电源或电路在最大负载条件下的输出电流能力。

由于开路状态下电路的电流为零，而短路状态下电流达到最大，这两种状态下的电路条件截然不同，因此不能同时进行测量。同时，若尝试同时进行这两种测量，可能会导致测量结果不准确，甚至损坏测量设备或被测电路。通常，在实际应用中，先后分别进行这两种测量，然后通过欧姆定律（ $V=IR$ ）计算出等效电阻值，即使用开路电压除以短路电流的方法得到等效电阻值： $R_{等效} = \frac{V_{开路}}{I_{短路}}$ 。

专业：	物理学	年级：	2022 级
姓名：	黄罗琳，王显	学号：	22344001,22344002
室温：	25℃	实验地点：	A522
学生签名：		评分：	
实验时间：	2024/3/20	教师签名：	

ET4 戴维南定理和诺顿定理

实验记录

2.1 实验内容、步骤与结果

2.1.1 测量开路电压，短路电流

设定  $U_{sn}=12V$

1. 直接测量法

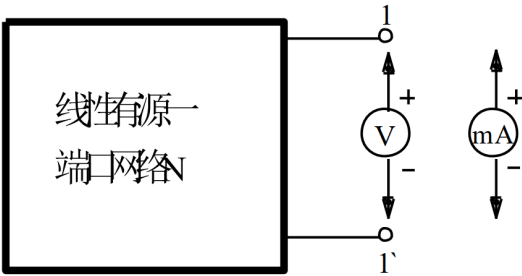


图 2: 开路电压、短路电路法电路图

$U = 3.93V$  ,  $I = 19.609mA$

2. 间接测量法（补偿法）

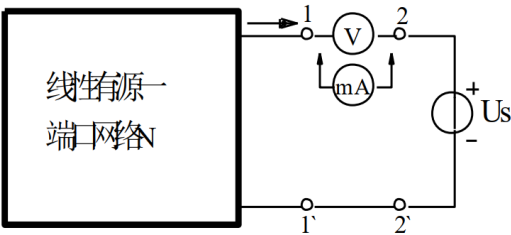


图 3: 间接测量法电路图

- (a) 电压零示法  
最初设定外加电压为 3.9V、0.1A 电压 (电压表零示数结果):2.665mV  
最终调节外加电压为  $U=3.93V$
- (b) 电路零示法  
最初设定外加电压为 3.9V、0.1A 电流 (电流表零示数结果):0.112mA  
最终调节外加电压为  $U=3.93V$

2.1.2 测量等效电阻

1. 开路电压、短路电流法  $U = U_{oc} = 3.93V, I = I_{sc} = 19.609mA, R_{eq} = 200.41817\Omega$
2. 伏安法

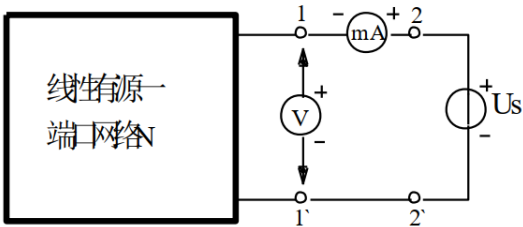


图 4: 伏安法电路图

$U_s$ (V)	$I_s$ (mA)	$U_v$ (V)
1	4.997	0.993
2	9.954	1.985
3	14.839	2.963
4	19.795	3.952
5	24.747	4.940
6	29.704	5.928
7	34.667	6.916
8	39.634	7.905
9	44.747	8.925
10	49.755	9.918

表 1: 伏安法实验数据

3. 半流法

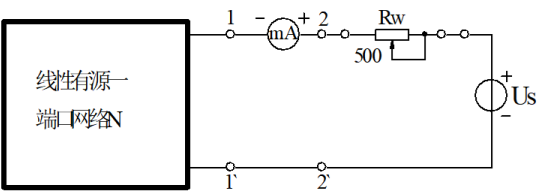


图 5: 半流法电路图

使用伏安法中  $U_s = 10V$  时电流为  $49.755mA$   
目标电流为  $24.8775mA$ ，最终测得  $R_w = R_{eq} = 196.341\Omega$

4. 半压法

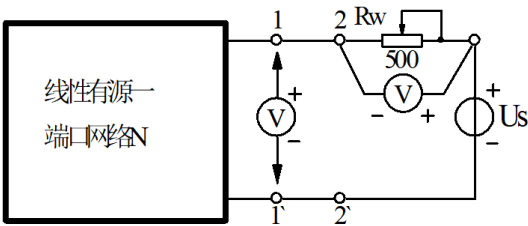


图 6: 半压法电路图

设定  $U_s = 10V$ ，调整到  $U_{Rw} = 5.051V$   
最终测得  $R_w = 196.941\Omega$

2.1.3 验证戴维南定理

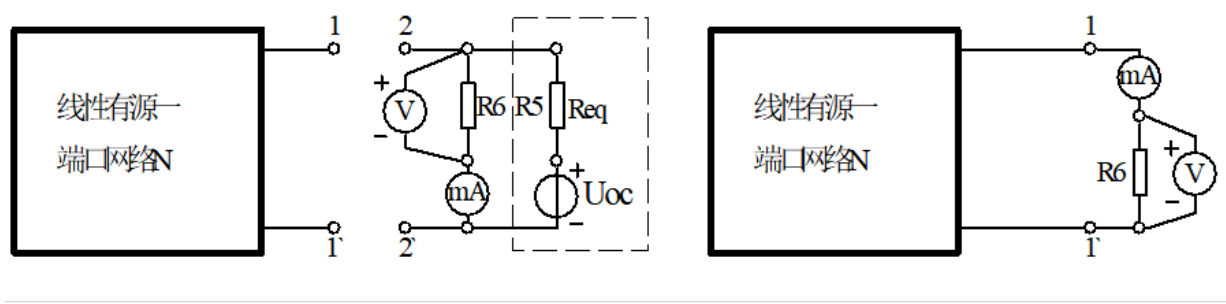


图 7: 戴维南定理电路图

使用  $U_{oc}$  进行测量，并且等效电阻  $R_5 = R_{eq} = 200\Omega$ ，外接  $R_6 = 100\Omega$  测得  $U = 1.304V$   $I = 13.074mA$   
使用 N 有源网络端口外接负载  $R_6 = 100\Omega$  测得  $U = 1.3077V$   $I = 13.119mA$

#### 2.1.4 验证诺顿定理

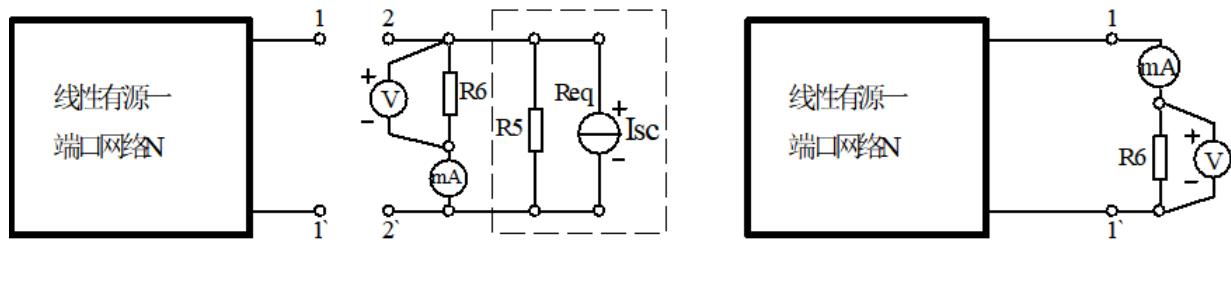


图 8: 诺顿定理实验电路图

使用  $I_{sc}$  进行测量，并且将戴维南等效电阻  $R_5 = R_{eq} = 200\Omega$  并联后，外接  $R_6 = 100\Omega$ 。  
测得  $U = 1.30418V$   $I = 13.016mA$

#### 2.1.5 测量实验室函数信号发生器的戴维南等效内阻

实验电路图采用半压法电路图

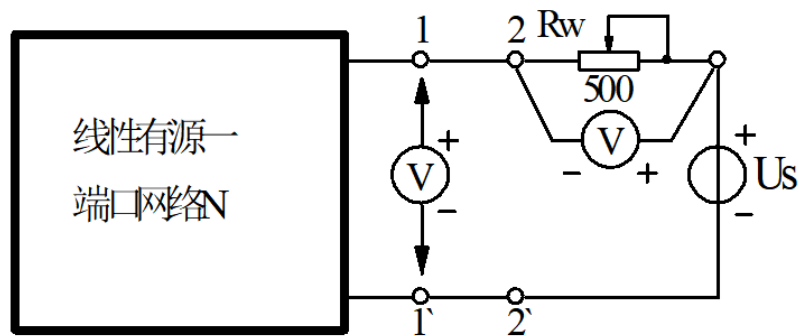


图 9: 实验电路图（左侧连接信号发生器）

初始值设定信号发生器为:  $f = 1\text{ kHz}$   $V_{pp} = 2500\text{ mV}$

使用半压法:  $U_s = 6\text{ V}$

$50\Omega$   $U = 3.015\text{ V}$   $R_w = 51.7942\Omega$

高阻  $U = 2.997\text{ V}$   $R_w = 52.665\Omega$

初始值设定信号发生器为:  $f = 1\text{ kHz}$   $V_{pp} = 2500\text{ mV}$

使用半压法:  $U_s = 8\text{ V}$

$50\Omega$   $U = 4.000\text{ V}$   $R_w = 52.501\Omega$

高阻  $U = 4.041\text{ V}$   $R_w = 52.638\Omega$

根据实验结果分析: 负载不同时,  $R_w$  变化很小. 负载  $50\Omega$  的信号是高负载的两倍



## 2.2 原始数据记录

实验记录本上的原始数据见

实验台桌面整理见

其它原始数据见

## 2.3 实验过程遇到问题及解决办法

- 1.

专业：	物理学	年级：	2022 级
姓名：	黄罗琳、王显	学号：	22344001 22344002
日期：		评分：	

ET4 戴维南定理和诺顿定理

分析与讨论

3.1 实验数据分析

3.1.1

1.

3.1.2

1.

3.1.3

3.2 实验后思考题

思考题 3.1:

思考题 3.2:

思考题 3.3:

## ET4 戴维南定理和诺顿定理 结语

### 4.1 实验心得和体会、意见建议等

1.

### 4.2 附件及实验相关的软硬件资料等

试验台桌面整理如

实验报告个人签名如