

实验报告

课程名称：生物医学电子学实验 I 学号：2024591019

姓名：杜润卓

指导老师：李丹

班级：2025-2

实验时间：2025.10.9

实验名称：验证基尔霍夫电流、电压定律

成绩：

一. 实验目的与任务

1. 验证基尔霍夫电压定律 (KVL) 和电流定律 (KCL)。
2. 学会使用仪器仪表测量各支路电流和回路电压。
3. 通过电路中各电位的测量加深对电位、电压及它们之间关系的理解。
4. 通过实验加强对参考方向的掌握和 KVL \ KCL 方程的运用能力。

二. 实验仪器，软件与材料

1. 双路 (独立) 电压源 DP832 一台
 2. 桌面式万用表 DM3058E 一台
 3. 电路原理课程实验板一块
 4. 纯铜硬芯跳线 (直径 0.6mm) 若干
 5. 直插电阻若干
- * Matlab 仿真软件

三. 实验原理

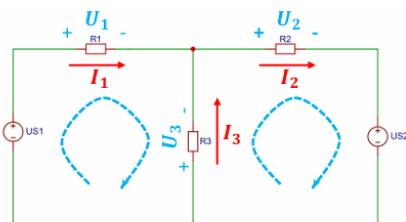
基尔霍夫电流定律(KCL): 所有进入某节点的电流的总和等于所有 离开这节点的电流的总和。The algebraic sum of currents entering a node (a closed boundary) is zero.

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

基尔霍夫电压定律(KVL): 沿着闭合回路所有元件两端的电势差 (电压) 的代数和等于零。The algebraic sum of all voltages around a closed path (or loop) is zero.

$$\sum_{k=1}^m U_k = 0$$

注意：运用上述定律时必须注意各支路电流或闭合回路的正方向，此方向可预先任意设定。



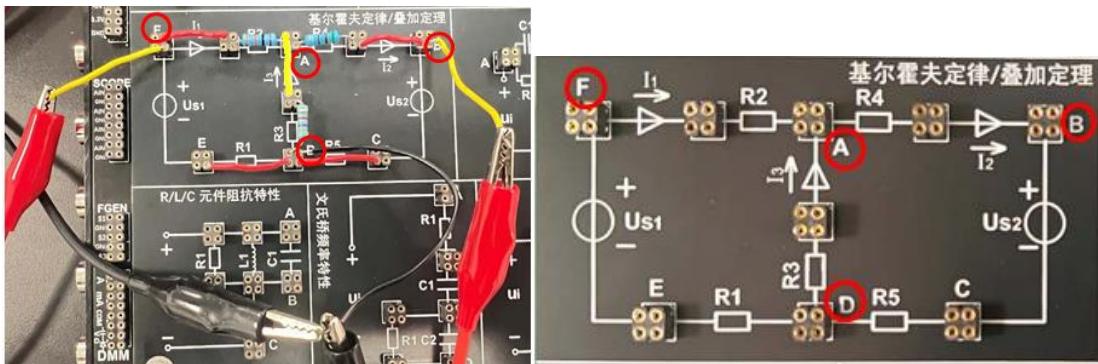
$$\begin{aligned} \text{KCL: } & -I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ \text{KVL: } & -U_{s1} + U_1 - U_3 = 0 \\ & U_3 + U_2 + U_{s2} = 0 \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ -U_{s1} + I_1 R_1 - I_3 R_3 = 0 \\ I_3 R_3 + I_2 R_2 + U_{s2} = 0 \end{array} \right.$$

(上图为原型电路以及对应计算公式)

四 . 实验内容与数据记录

- $R_2 = 10k\Omega$, $R_3 = 510\Omega$, $R_4 = 2.2k\Omega$, $U_{s1} = 6V$, $U_{s2} = 12V$ (R_1 、 R_5 两端用导线短接)。
- 原型电路电路图如上, 实际电路图如下 (已经标明 A,B,D,F 所指的电位点) 后文将列出基尔霍夫方程, 并用 matlab 求解待测物理量。



3. 设置电源输出, 将第一路电源输出设置为 6V, 第二路电源输出设 置为 12V。

4. 使用万用表分别测量出实验条件下各物理量的实际值, 并记录。

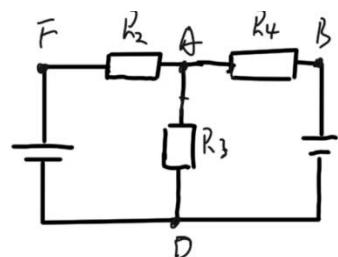
	R_2	R_3	R_4	U_{s1}	U_{s2}
标称	$10k\Omega$	510Ω	$2.2k\Omega$	6V	12V
测量值	$10.151k\Omega$	$0.502k\Omega$	$2.162k\Omega$	$6.010V$	$11.992V$
相对误差	0.015	0.016	0.017	0.002	0.001

5. 按原型电路的要求连接电路并连接电源, 将第一路电源正极接到 U_{s1} 正极, 电源负板连接到 U_{s1} 负极; 将第二路电源正极接到 U_{s2} 正极, 电源负极接到 U_{s2} 负极。

I . 验证 KVL

打开电源输出, 打开桌面万用表, 选择电压档, 把红色测试引线接 Input-HI 端, 把黑色测试引线接 Input-LO 端, 依次并联到 FA、AB、DA 两端, 分别读出电压值, 并记录数据和测量过程图片。

待测量	U_{FA}	U_{AB}	U_{DA}
计算值	$3.593V$	$-9.593V$	$-2.407V$
测量值	$3.604V$	$-9.592V$	$-2.406V$
相对误差	0.003	0.0001	0.0004



根据 FABF 环路可得

$$U_{FA} + U_{AB} + 12 - 6 = 0$$

根据 FADF 环路可得

$$U_{FA} + U_{AD} - 6 = 0$$

根据 A 节点 KCL 可得

$$U_{DA}/R_3 - U_{AB}/R_4 + U_{FA}/R_2 = 0$$

整理可得:

$$U_{FA} + U_{AB} = -6$$

$$U_{FA} - U_{DA} = 6$$

$$U_{DA}/R_3 - U_{AB}/R_4 + U_{FA}/R_2 = 0$$

下图为 matlab 计算过程:

```

1 a=[1 1 0;1 0 -1;0.0001 -1/2200 1/510];
2 b=[-6;6;0];
3 x=a\b

```

命令行窗口

```

>> untitled

x =
    3.5929
   -9.5929
   -2.4071

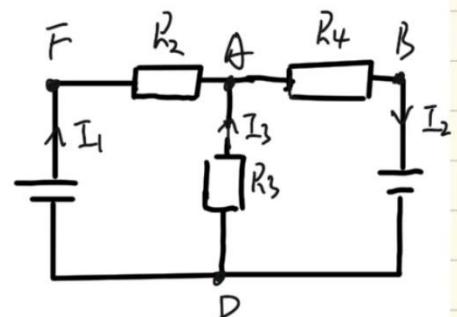
```

II . 验证 KCL

1. 验证 KCL

2. 打开电源输出，打开桌面万用表，选择电流档，把红色测试引线接 Input-I 端，把黑色测试引线接 Input-LO 端，将电流表依次串联到 FA、AB、DA 支路中，分别读出电流值，并记录数据和测量过程图片。

待测量	I_1	I_2	I_3
计算值	0.0004	-0.0044	-0.0047
测量值	0.000354	-0.00439	-0.00479
相对误差	0.115	0.002	0.019



根据环路 FADF:

$$R_2 \cdot I_1 - 510 \cdot I_3 = 6$$

根据环路 FABF:

$$R_2 \cdot I_1 + R_4 \cdot I_2 = -6$$

根据节点 A 的 KCL:

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

下图为 matlab 计算过程:

```
1 a=[10000 0 -510;10000 2200 0;-1 1 -1];
2 b=[6;-6;0];
3 x=a\b
```

```
命令行窗口
>> untitled
x =
    0.0004
   -0.0044
   -0.0047
```

五 . 结论

基尔霍夫电压，电流定律均成立。

心得体会：1.实验结果与这两个基本定律高度吻合，将抽象的物理原理转化为具体的数字测量。这种亲手验证基本定律的过程，使人对电学基础知识的理解从“死记硬背”转变为“深信不疑”。 2.基尔霍夫定律不是仅仅计算几个电流和电压的公式，它提供了一种通用的、适用于所有线性电路的解题框架。掌握了这个框架，面对任何复杂的电路图都不会再感到无从下手。误差是不可避免的，但对误差的分析是科学实验的关键。 3.通过对不完美结果的分析，我们能更深刻地理解物理定律的适用条件和局限性，并学会评估测量结果的可靠性。