

第一篇 电工与电机实验

实验一 验证基尔霍夫定律

一、实验目的

- (1) 学会用电流插头、插座测量各支路电流的方法。
- (2) 验证基尔霍夫定律的正确性，加深对基尔霍夫定律的理解。

二、实验原理

(1) 基尔霍夫电流定律 (KCL): 在集总电路中, 任何时刻, 对任一节点, 所有流出 (或流入) 节点的支路电流的代数和恒等于零。即

$$\sum I = 0$$

同时规定: 若流出节点的电流为正, 则流入节点的电流为负。

(2) 基尔霍夫电压定律 (KVL): 在集总电路中, 任何时刻, 对任一回路, 所有支路电压的代数和恒等于零。即

$$\sum U = 0$$

上式求和时, 需要指定一个回路的绕行方向, 凡支路电压的参考方向与回路的绕行方向相同者, 该电压前面取 “+” 号; 支路电压的参考方向与回路的绕行方向相反者, 前面取 “-” 号。

三、实验仪器与设备

实验所需设备如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 实验仪器与设备

序号	名称	型号与规格	数量
1	直流可调稳压电源 1	0~30V	1
2	直流可调稳压电源 2	0~30V	1
3	直流电压表	0~200V	1
4	直流毫安表	0~200mV	1
5	验证基尔霍夫定律与叠加原理的实验线路板		1

四、实验注意事项

- (1) 所有需要测量的电压值，均以直流电压表测量的读数为准，不以电源表盘指示值为准。
- (2) 实验预习时，要对电路进行理论计算，测量电压、电流时，根据计算值合理选择挡位。不清楚测量值的范围时，可以先用高档位，再选用合适的低挡位。
- (3) 用指针式电流表或电压表进行测量时，若指针反偏，此时必须调换极性，重新测量，此时指针应正偏，就可以读值了，注意记录正负号。
- (4) 如果假设电流参考方向如图 1-1-1 (a) 所示，那么，电流表指示正值时，电流记录为正。我们知道 $U_{AB}=U_A-U_B$ ，如果电压表接线如图 1-1-1 (b) 所示，那么，电压表指示为正值时， U_{AB} 记录为正。



图 1-1-1 电流、电压表读数示例

- (5) 在实验台上用电流插头测量各支路电流时，要弄明白电流插头插入电流插座后，插头的两根线分别接到了电流插座的哪一端。应该注意仪表的极性 & 数据表格中 “+”、“-” 号的记录。电流插头的使用如图 1-1-2 所示。

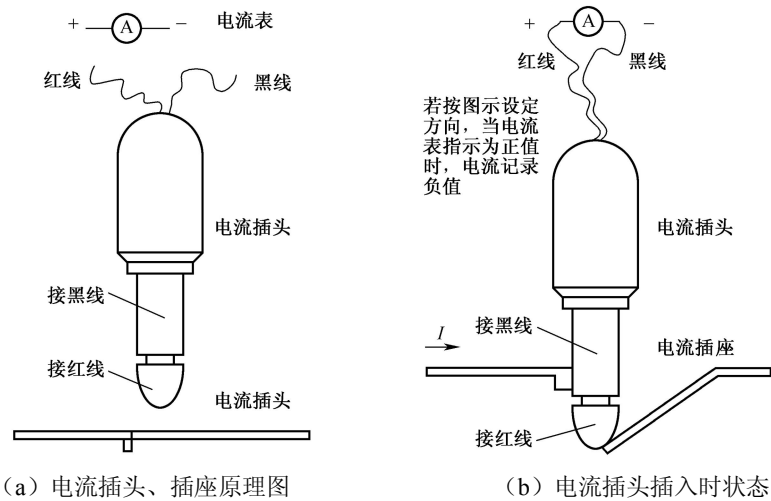


图 1-1-2 实验台电流插头测量各支路电流示例

(6) 在图 1-1-3 所示的实验线路中, 切换开关 S_1 、 S_2 , 切到 1 位置时, 接通电源, 切到 2 位置时, 线路短路; 切换开关 S_3 , 切到 1 位置时, 330Ω 电阻接入电路, 切到 2 位置时, 二极管 VD 接入电路。

(7) 防止稳压电源两个输出端碰线短路。电源 E_1 或 E_2 不作用时, 将切换开关 S_1 、 S_2 切到 2 位置, 严禁用导线直接短接, 这样会电压短路, 烧坏电压源。

五、实验内容及步骤

实验线路如图 1-1-3 所示。

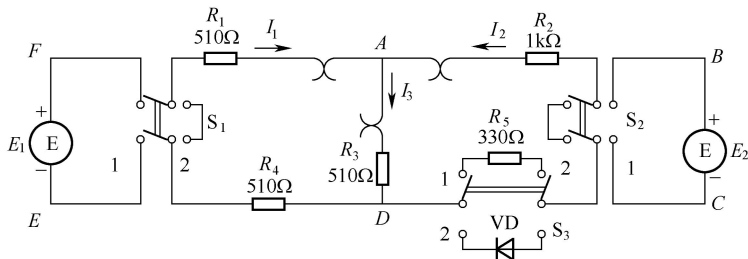


图 1-1-3 实验线路图

方法步骤如下:

- (1) 实验前先任意设定三条支路的电流参考方向, 如图 1-1-3 中的 I_1 、 I_2 、 I_3 。
- (2) 电源 E_1 、 E_2 分别并直流电压表, 并调整电压分别为 6V、12V。
- (3) 分别将两路直流电压源接入电路。将切换开关 S_1 、 S_2 、 S_3 都切到位置 1。
- (4) 熟悉电流插头和电流插座的结构, 将电流插头接至毫安表的“+”、“-”两端, 并根据设定的电流参考方向, 确定所读数据的正负值。将电流插头分别插入三条支路的三个电流插座中, 读出并记录电流值, 填入表 1-1-2 中。

表 1-1-2 验证基尔霍夫电流定律 (单位 mA)

测量项目	I_1	I_2	I_3	节点 A 电流 ΣI_A
计算值				
测量值				
相对误差				

(5) 用直流电压表分别测量回路中的电源及电阻元件上的电压值, 要理解电压表正、负指示的含义, 实际电路中两个节点上电压的高低, 记录数据时注意正、负, 记录于表 1-1-3 中。

表 1-1-3 验证基尔霍夫电压定律 (单位 V)

测量项目	U_{FE}	U_{FA}	U_{AD}	U_{AB}	U_{BC}	U_{CD}	U_{DE}	$FADEF$ 回路 ΣU	$ABCD A$ 回路 ΣU	$FBCE F$ 回路 ΣU
计算值										
测量值										
相对误差										

(6) 对电路中的节点 A , 验证基尔霍夫电流定律 (KCL), 并计算产生的误差。分别对表 1-1-3 中的三个电压回路验证基尔霍夫电压定律 (KVL), 并计算产生的误差, 填入表 1-1-3 中。

六、预习思考题

(1) 根据图 1-1-3 的实验电路参数计算出待测的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和各电阻上的电压值, 记入表中, 以便实验测量时可正确地选定毫安表和电压表的量程、并计算相对误差。

(2) 实验中, 若用指针式万用表直流毫安挡测量各支路电流, 什么情况下可能出现毫安表指针反偏? 应如何处理? 在记录数据时应注意什么? 若用直流数字毫安表进行测量时, 则会有什么显示呢?

七、实验报告要求

按实验基础知识 (三) 的要求书写实验报告, 并完成以下各项要求。

- (1) 根据实验数据, 选定实验电路中的一个节点 A , 验证 KCL 的正确性。
- (2) 根据实验数据, 选定实验电路中的任一个闭合回路, 验证 KVL 的正确性。
- (3) 误差原因分析。
- (4) 根据实验数据表格, 进行分析、比较, 归纳, 总结实验结论。
- (5) 写出心得体会。

实验二 验证叠加定理

一、实验目的

- (1) 验证叠加定理的正确性，加深对叠加定理的理解。
- (2) 验证线性电路的齐次性。

二、实验原理

(1) 叠加定理是指由多个独立电源共同作用下的线性电路中，通过每一个元件的电流或其两端的电压，可以看成是由每一个独立电源单独作用时，在该元件上所产生的电流或电压的代数和。

(2) 线性电路的齐次性是指当激励信号（某独立电源的值）增加或减小 K 倍时，电路的响应（即在电路中各电阻元件上所建立的电流和电压值）也将增加或减小 K 倍。

三、实验仪器与设备

实验所需仪器与设备如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 实验仪器与设备

序号	名称	型号与规格	数量
1	直流可调稳压电源 1	0~30V	1
2	直流可调稳压电源 2	0~30V	1
3	直流电压表	0~200V	1
4	直流毫安表	0~200mV	1
5	验证叠加原理的实验线路板		1

四、实验注意事项

- (1) 所有需要测量的电压值均以电压表测量的读数为准，不以电源表盘指示值为准。
- (2) 实验预习时，要对电路进行理论计算，测量电压、电流时，根据计算值合理选择挡位。不知道要测量值的范围时，可以先用高挡位，再选用合适的低挡位。

续表

测量项目 实验内容	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	U_{FE} (V)	U_{BC} (V)	U_{FA} (V)	U_{AB} (V)	U_{AD} (V)	U_{DE} (V)	U_{CD} (V)
E_1 、 E_2 共同作用 (理论值)										
E_1 、 E_2 共同作用 (测量值)										
验证叠加定理										
$2E_2$ 单独作用 (理论值)										
$2E_2$ 单独作用 (测量值)										
验证线路齐次性										

(3) 令 E_2 电源单独作用：将切换开关 S_2 、 S_3 切到 1 位置，切换开关 S_1 切到 2 位置，重复 (2) 中的测量并记录数据于表 1-2-2 中。

(4) 令 E_1 和 E_2 电源共同作用：切换开关 S_1 、 S_2 、 S_3 都切到 1 位置，重复上述的测量并记录。

(5) 将 E_2 的数值调至 +12V，令 E_2 电源单独作用：将切换开关 S_2 、 S_3 切到 1 位置，切换开关 S_1 切到 2 位置，重复上述的测量并记录。

(6) 将切换开关 S_3 切到 2 位置，即将 R_5 (330Ω) 换成二极管 IN4007，重复 (1) ~ (5) 的测量过程，数据记入表中（表可以仿 1-2-2 自己画出）。

(7) 分析实验产生的误差。

六、预习思考题

(1) 根据图 1-2-1 所示的实验电路参数，计算出各种情况下电流 I_1 、 I_2 、 I_3 的理论值和各电阻上的电压的理论值，记入表中，以便实验测量时可正确地选定毫安表和电压表的量程。

(2) 叠加原理中 E_1 、 E_2 分别单独作用，在实验中应如何操作？可否直接将不作用的电源（ E_1 或 E_2 ）调整到零或用导线短接？

(3) 实验电路中，若有一个电阻器改为二极管，试问叠加原理的叠加性与齐次性还成立吗？为什么？

七、实验报告要求

按实验基础知识（三）的要求书写实验报告，并完成以下各项要求。

(1) 误差原因分析。

(2) 根据实验数据表格进行分析、比较和归纳。总结实验结论，即验证线性电路的叠加性与齐次性。

(3) 各电阻器所消耗的功率能否用叠加原理计算得出? 试用上述实验数据进行计算并作出结论。

(4) 实验电路中, 若有一个电阻改为二极管, 试问叠加原理与齐次性还成立吗? 并用“实验内容及步骤”中(6)的实验数据说明。

(5) 写出心得体会。