# 直流叠加定理和替代定理研究

实验小组成员：

实验日期：2015-04-27

1. 实验目的
2. 研究直流叠加定理和替代定理。
3. 加深了解定理的适用范围。
4. 进一步掌握测量和误差分析方法。

2.实验电路及原理





叠加定理：在线性电路中，任一支路的电流（或电压）可以看成是电路中每一个独立电源单独作用于电路时，在该支路产生的电流（或电压）的代数和（叠加）。

在此电路中，测量各支路元件电流电压分别在US1单独作用，US2单独作用，IS单独作用下代数和是否等于在IS，US1，US2共同作用下的电流电压即可验证叠加定理。

非线性元件同理。



替代定理：如果已知电路中第k条支路的电压uk和电流ik，则该支路可以用一个电压等于uk的电压源，或用一个电流等于ik的电流源替代，替代后电路中全部电压和电流都将保持原值不变。

在此电路中，测量bd支路用电流源替代前后各支路电流电压是否相同即可验证替代定理。

3. 实验任务

* 1. 叠加定理的研究
     1. 自行设计一个含有两个电压源、一个电流源的两个网孔的线性实验电路，分别测量在两个电压源US1、US2和一个电流源IS单独作用下的各元件上的电压和电流，以及在US1、US2、IS共同作用下的各元件上的电压和电流，验证叠加定理。
     2. 在1)原实验电路的基础上，任意将其中的电阻元件换成非线性元件(如二极管)构成非线性实验电路，重复上述操作，验证此时叠加定理是否成立。

2）替代定理的验证

自行设计一个两个网孔以上，内含独立电源、电阻元件的实验电路，先测量出各支路的电压*U*和电流*I*，然后任选一条支路，用一个输出电压等于该支路电压的电压源或用一个输出电流等于该支路电流的电流源替代该支路，再测量各支路的电压*U*和电流*I*，验证替代定理。

4. 实验要求

1）自拟实验电路，根据实验电路计算出各元件参数，并估算出仪表的量程及极性。

2）写出实验报告并作误差分析。

5. 注意事项

1）设计实验电路时，应注意各仪表、元件的额定值，不得过载。选择电阻参数时，各支路电流不要超过20mA。

2）各电源单独作用时，电压源应从电路中脱离开，原位置用短路线代替；电流源也应关闭或短路后从电路中脱离开，电路中电流源的原位置用开路代替。  
3）电压源不得短路，电流源不得开路。  
4）接线技巧：在叠加定理中，电压源需短路时可考虑应用如图8-3所示开关的接法。

6.实验内容

1）叠加定理

1) 线性元件

①．将电压源的输出电压US1调至10V，电压源的输出电压US2调至5V，电流源的输出电流US2调至5mA，然后关闭电源待用。

②．按图所示连接实验电路。

③．分别在IS，US1，US2共同作用，US1单独作用，US2单独作用，IS单独作用下测量各元件电流、电压值。

2）非线性元件

将R2替换为二极管，重复以上步骤。



二极管电路符号

2）替代定理

①按图连接电路，测量各支路电压和电流。

②.将bd支路换为输出电流等于该支路电流的电流源，再次测量各支路电压和电流。

7. 实验数据表格

实验1）—1）测量数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 测量值 | | | | 理论值 | | | |
| I1(mA) | I2(mA) | UR1(V) | UR2(V) | I1(mA) | I2(mA) | UR1(V) | UR2(V) |
| IS,US1,US2共同作用 | -2.47 | 2.52 | -9.77 | 15.06 | -2.50 | 2.50 | -10.00 | 15.00 |
| US1单独作用 | 1.01 | 1.01 | 3.97 | 5.98 | 1.00 | 1.00 | 4.00 | 6.00 |
| US2单独作用 | -0.49 | -0.49 | -1.88 | -2.80 | -0.50 | -0.50 | -2.00 | -3.00 |
| IS单独作用 | -2.99 | 2.00 | -11.86 | 11.88 | -3.00 | 2.00 | -12.00 | 12.00 |

数据分析：完全满足线性元件的叠加定理，但是测量值与理论值有些许出入。

验证叠加定理：以I1为例，US1单独作用时，I1a=1.01mA；US2单独作用时,I1b=-0.49mA；IS单独作用时，I1c=-2.99mA；I1a+I1b+I1c=-2.47mA;IS,US1,US2共同作用时，I1=-2.47mA，因此叠加定理得以验证。

实验1）—2）测量数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 测量值 | | | | 理论值 | | | |
| I1(mA) | I2(mA) | UR1(V) | UD2(V) | I1(mA) | I2(mA) | UR1(V) | UD2(V) |
| IS,US1,US2共同作用 | 0.32 | 5.30 | 1.20 | 0.67 | 0.30 | 5.50 | 1.50 | 0.80 |
| US1单独作用 | 2.36 | 2.36 | 9.31 | 0.64 | 2.40 | 2.40 | 9.00 | 0.70 |
| US2单独作用 | 0 | 0 | 0 | -4.68 | 0 | 0 | 0 | -4.70 |
| IS单独作用 | 0 | 5.00 | -0.68 | 0.67 | 0 | 5.00 | -0.75 | 0.80 |

数据分析：根据表中数据比较得知，含有二极管的非线性电路，不符合叠加定理。

实验2）测量数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Uab | Ubc | Ucd | Uda | Iab | Ibc | Icd | Ida |
| 替代前 | 8.53 | -2.65 | 4.87 | -10.74 | 8.48 | -2.66 | 0.33 | 11.41 |
| 替代后 | 8.57 | -2.71 | 4.91 | -10.81 | 8.60 | -2.69 | 0.26 | 11.60 |

数据分析：根据表中的数据比较得知替代定理在线性电路中完全适用。

8.实验思考与总结

（1）误差分析：①没有计入导线电阻,就会产生微小的误差。

②电压表和电流表的测量有一定的误差。

1. 实验思考：

①.叠加定理应用条件是什么？功率能否叠加为什么？

答：a.叠加定理适用于线性电路，不适用于非线性电路。

      b.在叠加定理的各分电路中，不作用的电压源置零，在电压源处用短路代替，不作用的电流源置零，在电流源处用开路代替。电路中的所有电阻都不予更该，受控源保留在各分路中。

c.功率不能叠加，因为功率是电压和电流的乘积，与激励不成线性关系。

②在进行叠加实验时，对不起作用的电压源能否直接置零（短接）？

答：如果电压源为独立源时，可以直接置零（短接）。如果电压源为受控源时则不能直接置零，要保留在分电路中。

1. 实验总结：

线性电路中，叠加原理成立，非线性电路中，叠加原理不成立。

测量电压、电流时，应注意仪表的极性与电压、电流的参考方向一致，这样纪录的数据才是准确的。