



# 实验报告

课程名称: 电路 IA 实验 实验一: 电路元件与电路基本定律

实验日期: 2023 年 4 月 4 日 地 点: K408 实验台号: 40

姓名: psp

评分: \_\_\_\_\_

---

教师评语:

教师签字: \_\_\_\_\_

日 期: \_\_\_\_\_

## 一、实验目的

1. 学习和掌握常用电工电子仪器仪表的使用方法
2. 理解并掌握电流、电压参考方向的含义及其应用
3. 掌握线性和非线性元件伏安特性的测量方法
4. 通过实验验证并加深对二极管的端口特性、基尔霍夫定律、电位、叠加定理和齐性定理的理解

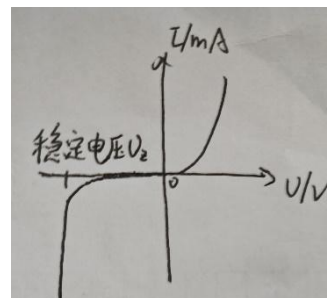
## 二、实验设备及元器件

直流稳压电源 1 台 DP832A  
 手持万用表 1 台 Fluke 17B+  
 电阻 若干  
 测电流插孔 3 只  
 短接桥和连接导线 若干  
 300mm\*298mm

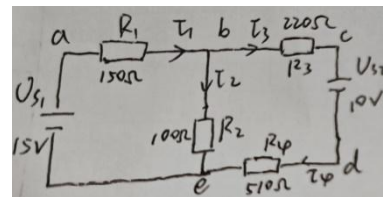
直流恒流源 1 台 SL1500  
 直流电压电流表 1 块 30111047  
 稳压二极管 1 只 ZPD9.1  
 电流插孔导线 3 条  
 实验用 9 孔插件方板 1 块

## 三、实验原理（重点简述实验原理，画出原理图）

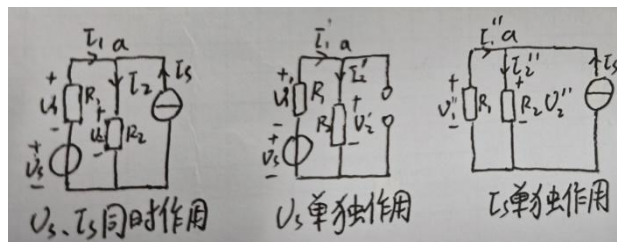
1、稳压二极管的伏安特性：当稳压管接正向电压时，相当于一个普通二极管；反偏时，当施加其两端的反向电压较小时，通过电流几乎为 0，当反向电压增高到一定数值时，通过的电流会急剧增加，稳压管被击穿



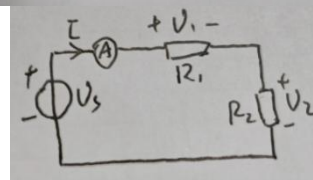
2. KCL：在集中参数电路中，任一时刻流出（或流入）任一节点的支路电流代数和等于零
3. KVL：在集中参数电路中，任一时刻，沿任一回路各支路电压的代数和等于零。在电路中，电位的参考点选择不同，各节点的电位也相应改变，但任意两节点间的电位差不变，即任意两点间电压与参考点电位的选择无关



4、叠加定律：在线性唯一解的电路中，由几个独立电源共同作用产生的响应等于各个独立电源单独作用时产生相应响应的代数叠加



5、齐性定理：对于线性直流电路，其电路方程为线性代数方程，若电路中只有一个激励，则响应与激励成正比



小提示：千里之行，始于足下，踏实的打好基础，一步一步的走向广阔的天地。

## 实验过程原始数据记录

原始数据审核：\_\_\_\_\_

小提示：注意小数点的位数，记录数据的准确性很重要哦！

表 1-1 稳压管正向特性测量数据

$U_s/V$	0.2V	0.8V	1.2V	1.8V	2.2V	3V	4.5V	6V
$U/V$	0.20	0.65	0.69	0.72	0.72	0.74	0.75	0.76
$I/mA$	0.0	0.1	0.5	1.0	1.4	2.2	3.7	5.2

表 1-2 稳压管反向特性测量数据

$U_s/V$	5V	8.5V	9.3V	9.8V	10.5V	11.5V	12.5V	14V
$U/V$	5.00	8.50	9.04	9.05	9.07	9.08	9.10	9.12
$I/mA$	0	0	0.2	0.7	1.4	2.3	3.3	4.8

表 1-3 验证 KCL 实验数据

节点 $b$	$I_1(mA)$	$I_2(mA)$	$I_3(mA)$	$\Sigma I=0$ 是否成立
理论计算值	58.0	63.0	-5.0	成立
测量值	57.0	61.4	-4.7	成立

表 1-4 验证 KVL 实验数据

回路 1 ( $beab$ )		$U_{be}(V)$	$U_{ea}(V)$	$U_{ab}(V)$		$\Sigma U$ 是否成立
	理论值	6.30	-15.00	8.70		成立
	测量值	6.28	-15.02	8.55		成立
回路 2 ( $bcdeb$ )		$U_{bc}(V)$	$U_{cd}(V)$	$U_{de}(V)$	$U_{eb}(V)$	$\Sigma U$ 是否成立
	理论值	-1.11	10.00	-2.58	-6.31	成立
	测量值	-1.12	10.01	-2.56	-6.29	成立

表 1-5 不同参考点电位与电压

测试值(V)	$V_a$	$V_b$	$V_c$	$V_d$	$V_e$
$c$ 节点	7.57	-1.30	0.00	-10.01	-7.48
$e$ 节点	15.01	6.29	7.44	-2.56	0.00

计算值(V)	$U_{ab}$	$U_{bc}$	$U_{cd}$	$U_{de}$	$U_{eb}$	$U_{ea}$
$c$ 节点	8.87	-1.30	10.01	-2.53	-6.18	-15.05
$e$ 节点	8.72	-1.15	10.00	-2.56	-6.29	-15.01

表 1-6 验证叠加原理实验数据

测量数据	$U_s, I_s$ 共同作用	$U_1 = -5.45V$	$U_2 = 4.44V$	$I_1 = 23.7mA$	$I_2 = 44.5 mA$
------	-----------------	----------------	---------------	----------------	-----------------

	$U_s$ 单独作用	$U_1' = -7.10V$	$U_2' = 2.81V$	$I_1' = 31.3 \text{ mA}$	$I_2' = 27.2 \text{ mA}$
	$I_s$ 单独作用	$U_1'' = 1.36V$	$U_2'' = 1.35V$	$I_1'' = -6.1 \text{ mA}$	$I_2'' = 13.2 \text{ mA}$
	计算结果, 式(1-3)	成立	成立	成立	成立
理论计算数据	$U_s, I_s$ 共同作用	$U_1 = -5.50V$	$U_2 = 4.50V$	$I_1 = 25.0 \text{ mA}$	$I_2 = 45.0 \text{ mA}$
	$U_s$ 单独作用	$U_1' = -6.875V$	$U_2' = 3.125V$	$I_1' = 31.25 \text{ mA}$	$I_2' = 31.25 \text{ mA}$
	$I_s$ 单独作用	$U_1'' = 1.375V$	$U_2'' = 1.375V$	$I_1'' = -6.25 \text{ mA}$	$I_2'' = 13.75 \text{ mA}$
	计算结果, 式(1-4)	成立	成立	成立	成立

表 1-7 齐性电路验证实验测试表格

$U_s/V$	$U_1/V$		$U_2/V$		$I/\text{mA}$	
	理论值	测试值	理论值	测试值	理论值	测试值
2	0.625	0.61	1.375	1.36	6.25	6.2
4	1.25	1.23	2.75	2.73	12.5	12.5
6	1.875	1.85	4.125	4.11	18.75	18.7
8	2.50	2.47	5.50	5.47	25.0	25.0

## 四、实验过程

（叙述具体实验过程的步骤和方法，记录实验数据在原始数据表格，如需要引用原始数据表格，请标注出表头，如“实验数据见表 1-1”）

1. 稳压二极管实验：连接实验电路， $R=1k\Omega$ ，首先二极管正向连接，将稳压电源的输出电压由 0V 逐渐调至 6V，每次用直流电流表和电压表测量电路的数据，并填入表 1-1，后将二极管反向连接，重复上述操作，电压在 5V-14V 间调节将测量数据填入表 1-2

2. 基尔霍夫定律与电势电位差：首先连接好电路，用直流电压电流表测量电路中的之路电流和节点电压，数据记入表 1-3 和 1-4，然后分别以 c、e 两点作为参考节点，测量图电路中各节点电位，将测量结果记入表 1-5

3. 叠加定理：首先连接好电路，当电压源、电流源共同作用时，测量各支路电流和节点电压，将数据填入表 1-6 第一行。然后分别将电压表置 0、电流表置 0，重复上述操作，测量并记录数据，完成表 1-6

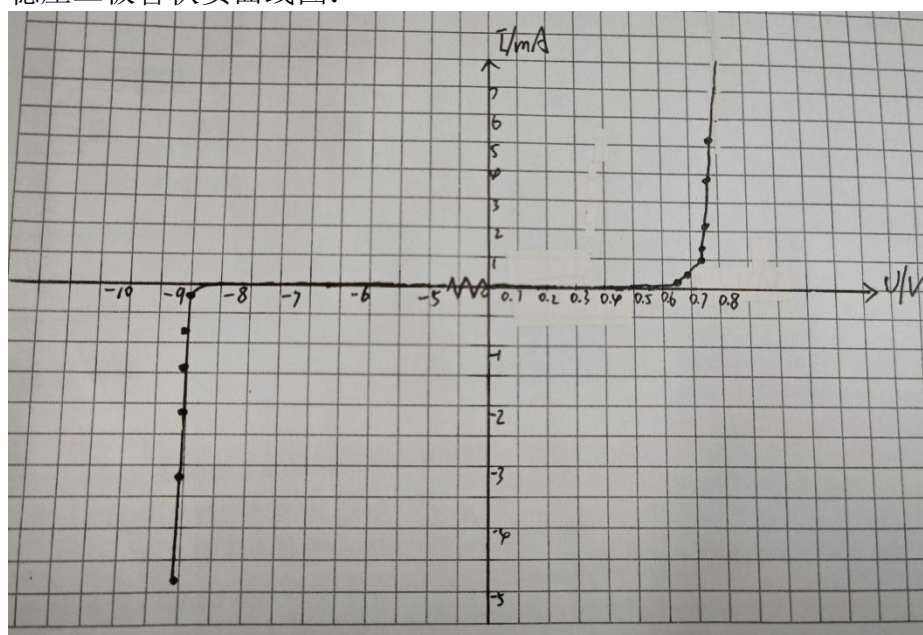
4. 齐次定理：连接电路，调整直流电压源的输出从 2V 到 8V，分别测试电阻 R1 和 R2 上的电压  $U_1$ 、 $U_2$  及电路中的电流 I 的值，将数据记录填入表 1-7

## 五、实验数据分析

（按指导书中实验报告的要求用图表或曲线对实验数据进行分析处理，并对实验结果做出判断，如需绘制曲线请在坐标纸中进行）

**要求：验证结果需要计算过程**

- 1、根据表 1-1 和表 1-2 数据，在坐标纸上绘出稳压二极管的伏安特性曲线。  
稳压二极管伏安曲线图：



- 2、根据表 1-3 测试结果，验证 KCL

测量值计算： $-I_1+I_2+I_3=-57.0+61.4-4.7=-0.3mA \approx 0mA$

说明在一定误差范围内，KCL 成立

- 3、根据表 1-4 测试结果，验证 KVL

测量值计算：回路 1： $U_{be}+U_{ca}+U_{ab}=6.28-15.02+8.55=-0.19V \approx 0V$

回路 2： $U_{bc}+U_{cd}+U_{de}+U_{cb}=-1.12+10.01-2.56-6.29=0.04V \approx 0V$

说明在一定误差范围内，KVL 成立

4、根据表 1-5，计算：电路中任意两点间的电压与参考点的选择是否有关

c 节点：

$$U_{ab}=7.57-(-1.30)=8.87V$$

$$U_{bc}=-1.30-0=-1.30V$$

$$U_{cd}=0-(-10.01)=10.01V$$

$$U_{de}=-10.01-(-7.48)=-2.53V$$

$$U_{eb}=-7.48-(-1.30)=-6.18V$$

$$U_{ea}=-7.48-7.57=-15.05V$$

e 节点：

$$U_{ab}=15.01-6.29=8.72V$$

$$U_{bc}=6.29-7.44=-1.15V$$

$$U_{cd}=7.44-(-2.56)=10.00V$$

$$U_{de}=-2.56-0=-2.56V$$

$$U_{eb}=0-6.29=-6.29V$$

$$U_{ea}=0-15.01=-15.01V$$

对比分别以 c、e 节点为参考点的任意两点间的电压，均十分接近，说明在一定误差范围内，电路中任意两点间的电压与参考点的选择无关

5、根据表 1-6 测试结果，验证叠加定理，是否正确？：

$$\begin{cases} U_1 = U_1' + U_1'' \\ U_2 = U_2' + U_2'' \\ I_1 = I_1' + I_1'' \\ I_2 = I_2' + I_2'' \end{cases}$$

理论值：

$$U_1=-5.50V$$

$$U_2=4.50V$$

$$I_1=25.0mA$$

$$I_2=45.0mA$$

测量值：

$$U_1=-5.45V$$

$$U_2=4.44V$$

$$I_1=23.7mA$$

$$I_2=44.5mA$$

计算值：

$$U_1'+U_1''=-7.10+1.36=-5.74V \approx U_1$$

$$U_2'+U_2''=2.81+1.35=4.16V \approx U_2$$

$$I_1'+I_1''=31.3+(-6.1)=25.2mA \approx I_1$$

$$I_2'+I_2''=27.2+13.2=40.4mA \approx I_2$$

在一定误差范围内，叠加定理成立

6、根据表 1-7 测试结果，验证齐性定理是否正确

4V:  $KU_1=1.23/0.61=2.016$

$$KU_2=2.75/1.36=2.022$$

$$KI=12.5/6.2=2.016$$

4V 电压源作用时，相对于 2V 电压源，激励的比值都约等于 2

6V:  $KU_1=1.85/0.61=3.033$

$$KU_2=4.11/1.36=3.022$$

$$KI=18.7/6.2=3.016$$

6V 电压源作用时，相对于 2V 电压源，激励的比值都约等于 3

8V:  $KU_1=2.47/0.61=4.049$

$$KU_2=5.47/1.36=4.022$$

$$KI=25.0/6.2=4.032$$

8V 电压源作用时，相对于 2V 电压源，激励的比值都约等于 4 所以，在一定误差范围内，齐次定理成立

**小提示：数据分析不要流于表面，分析完成深切的体会、后续学习灵活应用也很重要。**

## 六、问题思考

（回答指导书中的思考题）

1. 在基尔霍夫验证实验中，参考点的选择与各节点的电压是否有关？与两节点间的电压是否有关？

答：根据理论分析以及实验结果分析，各节点的电压与参考点的选择有关，两节点间的电压与参考点的选择无关

2. 电压源和电流源带有输出显示，而实验中又使用直流电压表，电流表，请问电压电流值应该使用哪个仪表确定，为什么？

答：直流电压表和电流表，可以测量电路中各部分的节点电压、支路电流，实验时使用起来方便灵活，同时精度更高

3. 在叠加原理验证实验中，通过对实验数据的计算，判别电阻上的功率是否也符合叠加原理？

答：不符合叠加定理，因为功率与独立电源的源电压和源电流不是线性关系  
实验数据：

$U_s$ 、 $I_s$  共同作用： $P_1=5.45*23.7=129.165\text{mW}$

$U_s$  单独作用： $P_1'=7.10*31.3=222.23\text{mW}$

$I_s$  单独作用： $P_1''=1.36*6.1=8.296\text{mW}$

显然不符合叠加定理

4. \*叠加定理的验证实验图 1-3，可根据图 1-8 的线路图再次验证叠加定理(选做)：

## 七、实验体会以及对课程思政的建议

电路实验很有意思，可以上手验证自己学过的知识，也能从实验中获得新的体会。