

东南大学电工电子实验中心

实 验 报 告

课程名称: 电路实验

第 2 次实验

实验名称: 电子元器件参数测试

院（系）：信息科学与工程学院 专 业：信息工程

姓 名: 钟源 学 号: 04022212

实 验 室: 电子技术 7 室 实验组别: _____

同组人员：张衡 实验时间：2023 年 8 月 23 日

评定成绩: 审阅教师:

一、实验目的

1. 了解电流表电压表的物理模型，运用欧姆定律，通过对测量误差的分析、推理，掌握电流表内接法、电流表外接法等测量方法；通过对不同测量方法产生误差的估算、分析，建立技术方法存在适用范围的概念。
2. 了解二极管、稳压二极管的特性与应用特点，掌握稳压管伏安特性测量方法。

二、实验原理（预习报告内容，如无，则简述相关的理论知识点。）

1. 面包板的结构及其用途

面包板的上面和下面部分一般是由一行或两行的插孔构成的窄条，中间部分是由中间一条隔离凹槽和上下各 5 行的插孔构成的条。

窄条上下两行之间电气不连通。每 5 个插孔为一组，通常的面包板上有 10 组。这 10 组中的左边 5 组内部电气连通，右边 5 组内部电气连通，但左右两边之间不连通。

中间部分宽条是由中间一条隔离凹槽和上下各 5 行的插孔构成。在同一列中的 5 个插孔是互相连通的，列和列之间以及凹槽上下部分则是不连通的。

2. 电容容抗、电感感抗与频率的关系

$$X_c = \frac{1}{2\pi f \cdot C}, \quad X_L = 2\pi f \cdot L$$

3. 二极管及稳压管的特性

二极管：二极管具有单向导电性，在电路中，电流只能从二极管的正极流入，从二极管的负极流出。

稳压管：反向电阻极大，但当反向电压接近击穿电压的临界值时，反向电流骤然增大。

4. 稳压管伏安特性测量方法

由于稳压管反向电阻很大，故应当使用电流表内接法

三、实验内容

(1) 用数字万用表直接测量（ $10\ \Omega$ 、 $2\text{M}\ \Omega$ ）、电容（ $0.01\ \mu\text{F}$ ）的参数，测量二极管（稳压二极管）的极性。

电阻测量结果：

表 1 电阻的测量

测量值	$10.2\ \Omega$	$2.118\text{M}\ \Omega$
色环	棕黑黑金棕	红黑黑黄棕
标称阻值	$10\ \Omega$	$2\text{M}\ \Omega$
标注误差	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
实测误差	$+2.0\%$	$+5.9\%$

电容测量结果：

表 2 电容的测量

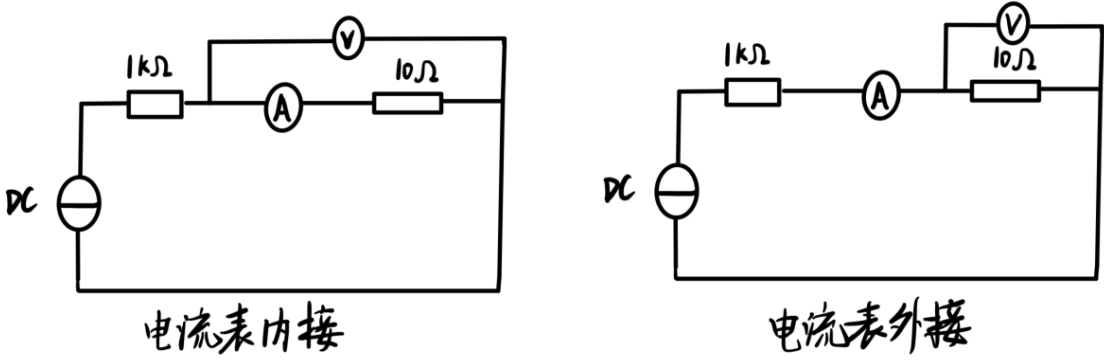
标称容量	$0.01\ \mu\text{F}$	$100\ \mu\text{F}$
万用表测量电容量	9.91nF	$1111.0\ \mu\text{F}$
实测误差	-0.9%	$+11.0\%$

稳压二极管极性判断（方法及结论）：将万用表调至电阻档，将红黑表笔分别与稳压二极管的两端接触，若万用表的示数很小，则此时测得的是正向电阻；若万用表的示数很大甚至为无穷大，则此时测得的是反向电阻。

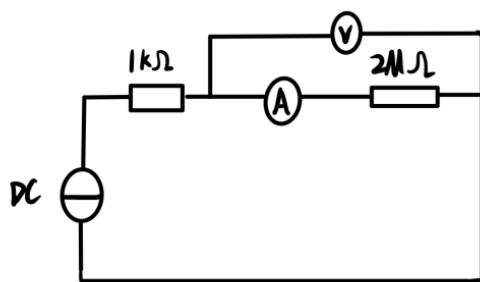
(2) 设计电路，进行电阻阻值的测量（ $10\ \Omega$ ， $2\text{M}\ \Omega$ ）；

a) 选择合适的电源电压，分别用电流表内接和电流表外接两种方法测量每个电阻阻值；

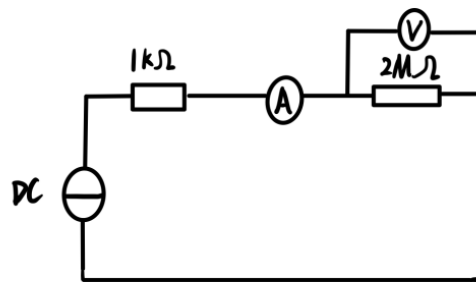
$10\ \Omega$ 电阻测量电路（电流表内接、电流表外接测量电路及实物图片拍摄）



$2\text{M}\ \Omega$ 电阻测量电路（电流表内接、电流表外接测量电路及实物图片拍摄）



电流表内接



电流表外接

b) 记录测量数据，对比分析测量误差及误差原因，并以提高测量精度为准则给出实验结论。

电源电压 (V)	测量对象 (标称值)	测量方法	电压 (V)	电流 (I)	电阻 (Ω)	误差 (%)
5	10 Ω	电流表内接	0.086V	5.05mA	17.0 Ω	41.2%
5	10 Ω	电流表外接	0.05V	5.05mA	9.9 Ω	1.0%
30	2M Ω	电流表内接	30.15V	30.15uA	2.138M Ω	6.9%
30	2M Ω	电流表外接	30.14V	17.1uA	1.762M Ω	43.2%

实验数据分析（误差和误差原因）：

电流表内接时，由于电流表内阻的分压作用，使得测得电压偏大，但测得的电流是准确的，最终计算结果会导致测得电阻偏大。

电流表外接时，由于电压表内阻的分流作用，使得测得电流偏大，但测得的电压是准确的，最终计算结果会导致测得电阻偏小。

且因为电压表内阻很大，所以外接法测量大电压时分流作用明显，会导致测大电阻时误差比较大。

另外因为电流表内阻较小，所以内接法测量小电阻时分压作用明显，会导致测量小电阻时误差较大。

实验结论：

为了提高测量精度，测量大电阻时采用电流表内接，测量小电阻时采用电流表外接

(3) 测量电容和电测量电容 (0.01 μ F、330 μ H 电感)

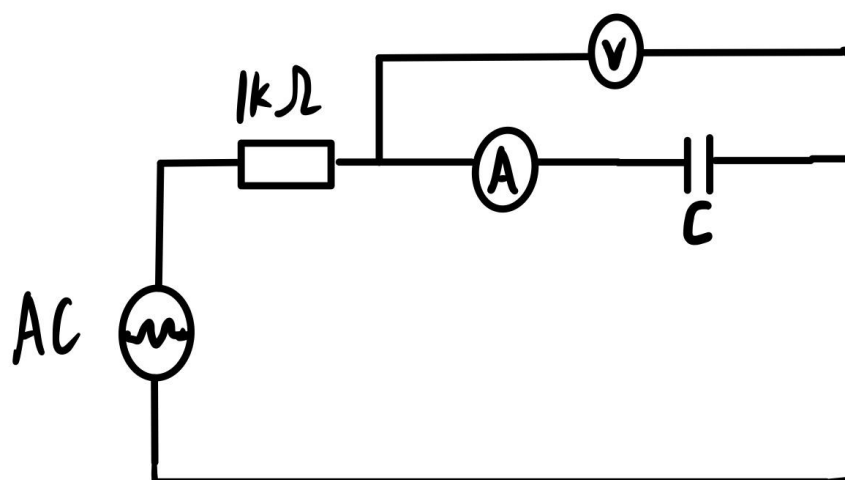
a) 选择信号源作为激励源，选择信号频率，计算相应容抗、感抗；

测量频率	容抗	测量频率	感抗
1kHz	15915.5 Ω	1kHz	2.07 Ω
10kHz	1591.55 Ω	5kHz	10.37 Ω

b) 选择电阻、电容，或者电阻、电感构成电路，接入激励源；

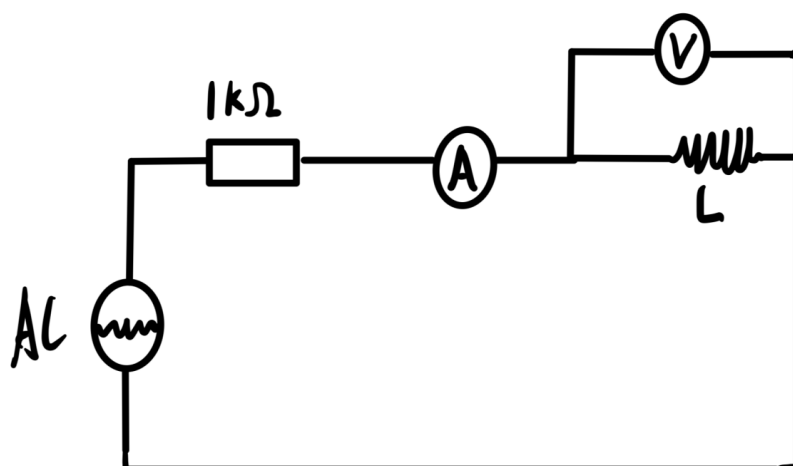
c) 选择测量方法，画出测量电路；

电容测量电路及实物图片拍摄：



电流表内接

电感测量电路及实物图片拍摄：



电流表外接

d) 在不同频率段分别测量并记录实验数据（各测两组数据），计算电容、电感的参数；

激励源频率 (Hz)	测量对象 (标称值)	测量方法	电压 (V)	电流 (I)	元件参数	误差 (%)
1k	0.01 μ F	内接	7.05V	0.65mA	14.67nF	31.8%

10k	$0.01\ \mu\text{F}$	内接	7.05V	3.97mA	8.97nF	10.3%
1k	$330\ \mu\text{H}$	外接	1.40V	706uA	320.6uH	2.8%
5k	$330\ \mu\text{H}$	外接	7.05V	685uA	333.3uH	11.1%

e) 思考：如何提高测量精度？

（对比上述实验中的测量误差，分析误差原因，以及如何降低测量误差提高测量精度。）

分析测量误差及其原因：

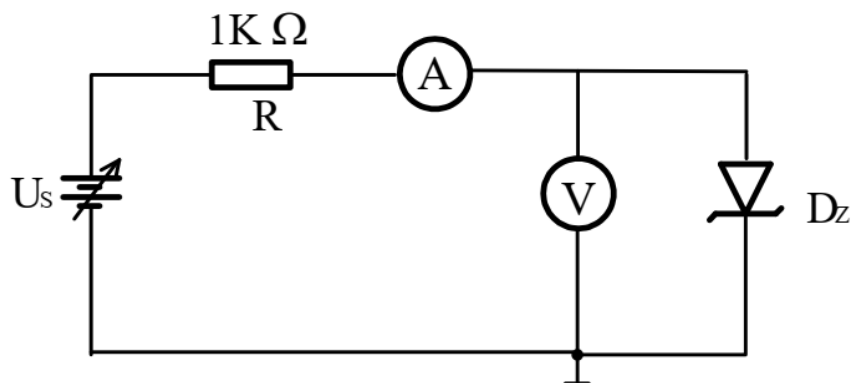
- ①. 测量电感的值时，激励源的频率应当大一些，因为本实验使用了电流表外接法，当电感的阻抗值尽量大时可以有效地减小阻抗值的测量误差，从而减小电感的测量误差；
- ②. 测量电容的值时，选用电流表内接法的测量误差小于电流表外接法。这是由于在激励源的频率分别为 10kHz、1kHz 时，电容的容抗值较小，因而选用电流表外接法误差更小。

降低测量误差及提高测量精度：

- ①. 用来测量电感的电路再用来测量电容时，限流电阻的阻值应当从 $100\ \Omega$ 变为 $1000\ \Omega$ ，否则电路中的电流过大，会影响测量的准确度；
- ②. 当测量电感时的激励源的频率由 1.0kHz 变为 10.0kHz，以及测量电容时的激励源的频率由 10.0kHz 变为 1.0kHz 时，如果电流表在 mA 档下的示数过小，应当将电流表调成 μA 档，以提高实验的精度；
- ③. 激励源的电压应当根据测量的实际情况调整，不可过大或过小。如果激励源电压过小，电路中的电流也会偏小，读数的误差会增大；如果激励源的电压过大，电流表分压和电压表分流的效应会增大，系统误差会增大，而且可能会损毁部分元件。

（4）稳压二极管伏安特性的测量；（提高要求）

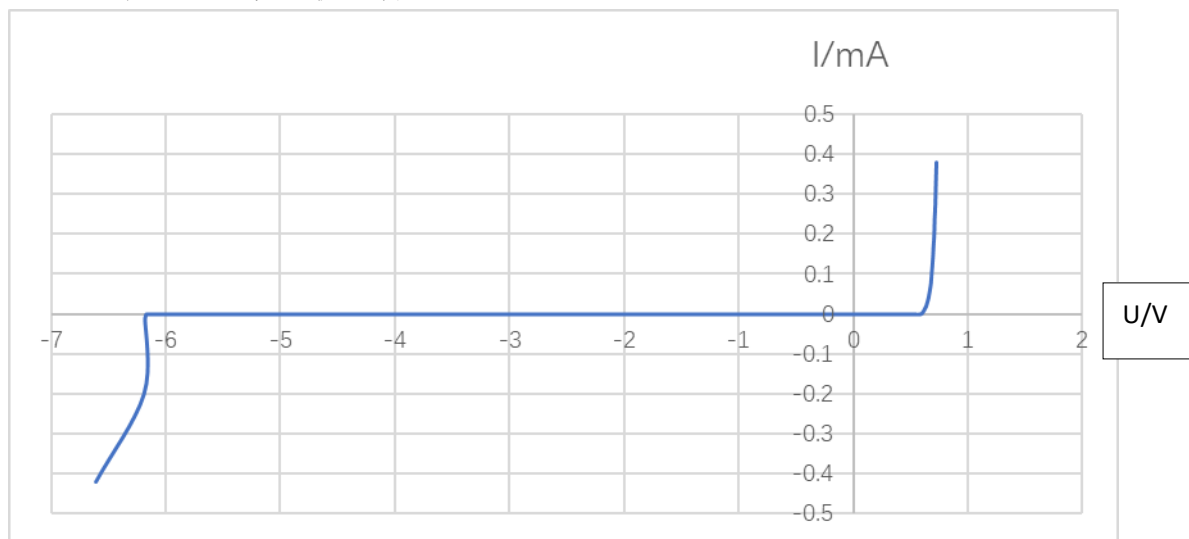
a) 测量电路：



b) 数据记录表格

U/V	-6.61	-6.19	-6.18	-6.17	-6.16	-6.11	-6.1	-6	-5
I/mA	-0.42	-0.20	-0.01	0	0	0	0	0	0
U/V	-4	-3	-2	-1	-0.066	0.035	0.135	0.234	0.335
I/mA	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U/V	0.434	0.527	0.591	0.621	0.639	0.650	0.659	0.665	0.671
I/mA	0	0	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
U/V	0.677	0.682	0.684	0.692	0.699	0.705	0.709	0.713	0.717
I/mA	0.07	0.08	0.09	0.12	0.15	0.18	0.20	0.24	0.26
U/V	0.720	0.723	0.726	0.729					
I/mA	0.29	0.32	0.35	0.38					

c) 描绘稳压二极管的伏安特性曲线



四、实验使用仪器设备（名称、型号、规格、编号、使用状况）

示波器：

鼎阳 SDS1202X 示波器 良好

信号源：

SDG1062X 信号源 良好

数字万用表：

LINE-T UT803 良好

稳压电源：

SPD3303C 系列可编程线性直流电源 良好

五、实验总结

（实验出现的问题及解决方法、思考题（如有）、收获体会等）

1. 在测量电容电感时，如果实验结果与理论值相差过大，应当考虑限流电阻是否选用合适，测量 $0.01\ \mu\text{F}$ 电容时应当选用阻值为 $1\text{k}\ \Omega$ 的电阻作为限流电阻；测量 $330\ \mu\text{H}$ 电感时应当选用阻值为 $100\ \Omega$ 的电阻作为限流电阻。
2. 在测量电容电感时，如果无论怎样调节激励源的频率，电压表和电流表的读数都无明显变化并且较小，应当考虑电源是否断路或者开关是否打开。
3. 接线时每根导线不宜过长，并且每根导线被剥开的部分既不可以相互接触，也不可以与外界含有金属的部分接触以防导线接地或将其相连的元件短路。
4. 实验前应当检查万用表的电流档和电压档是否能正常工作：将万用表甲调到电流档，万用表乙调到电阻档，将甲和乙的正极与正极相连，负极与负极相连，如果乙的示数很小，说明甲的电流档正常，如果乙的示数为无穷大，说明甲的电流档出现了断路。再将万用表甲调到电压档，万用表乙的档位不变，再将甲和乙的正极与正极相连，负极与负极相连，如果乙的示数为无穷大，说明甲的电压档正常，若乙的示数很小，说明甲的电压档出现了短路。

六、参考资料（预习、实验中参考阅读的资料）

电路实验 2023 教学计划（2023-2024 第一学期）（学生版）