

普通物理学实验 II

电子实验报告

实验名称： _____ 交流电桥 _____

指导教师： _____ 王鲲 _____

班 级： _____

姓 名： _____

学 号： _____

实验日期： _____ 2024 _____ 年 _____ 10 _____ 月 _____ 9 _____ 日 星期 _____ 三 _____

浙江大学物理实验教学中心

目录

| | |
|---------------------|----------|
| 1 实验综述 | 3 |
| 1.1 实验背景 | 3 |
| 1.2 实验目的 | 3 |
| 1.3 实验原理 | 3 |
| 1.3.1 交流电桥的平衡条件 | 3 |
| 1.3.2 电路的选择 | 3 |
| 1.3.3 结果计算公式 | 3 |
| 2 实验内容 | 4 |
| 2.1 实验数据 | 4 |
| 2.2 数据处理 | 4 |
| 2.2.1 电容测量 | 4 |
| 2.2.2 电感测量 | 4 |
| 2.3 实验结论 | 4 |
| 3 实验拓展 | 5 |
| 3.1 交流电桥的基本特性 | 5 |
| 3.2 利用电桥方法测量微小位移的方法 | 5 |
| 3.2.1 系统框图 | 5 |
| 3.2.2 实验原理和方法 | 5 |
| 4 参考文献 | 6 |

1 实验综述

1.1 实验背景

交流电桥是由电容, 电感, 电阻等元件组成的桥式电路, 采用交流电作为电源, 通过调节电容, 电感, 电阻等元件的参数, 使得桥路两端电压为零, 从而实现对电容, 电感, 电阻等元件的测量。本实验通过搭建阻抗比电桥, 实现对电容电感的测量。

1.2 实验目的

1. 了解交流电桥的平衡原理, 掌握平衡条件。
2. 掌握交流电桥的测量电容电感的方法。

1.3 实验原理

1.3.1 交流电桥的平衡条件

交流电桥的平衡条件是:

- 相对桥臂上的阻抗幅模乘积相等
- 相对桥臂上的阻抗幅角之和相等

1.3.2 电路的选择

在测量电容时:

- 对于损耗小的电容, 使用串联电容电桥
- 对于损耗大的电容, 使用并联电容电桥

在测量电感时:

- 对于高 Q 值的电感, 使用海氏电桥
- 对于低 Q 值的电感, 使用麦克斯韦电桥

1.3.3 结果计算公式

$$\text{电容: } C_x = \frac{R_b}{R_a} C_n$$
$$\text{电感: } L_x = R_a R_b C_n$$

2 实验内容

2.1 实验数据

| 实验编号 | 理论值 (数字电桥测得) | 损耗/Q 值 | $C_n(\mu F)$ | $R_a(\Omega)$ | $R_b(\Omega)$ | $R_n(\Omega)$ |
|------|-----------------|---------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | 999.86 nF | 0.00480 | 1 | 1K | 999 | 0.1 |
| 2 | 10.3696 μF | 0.24013 | 0.1 | 100 | 9990 | 8250.2 |
| 3 | 9.9173 mH | 1.11151 | 1 | 1 | 10386 | 1 |
| 4 | 4.9741 mH | 7.1276 | 0.01 | 100 | 4783 | 2375 |

2.2 数据处理

2.2.1 电容测量

$$C_{x1} = \frac{R_b}{R_a} C_n = \frac{999}{1000} \times 1 = 0.999 \mu F = 999 nF$$
$$\text{相对误差: } \bar{d}\% = \frac{999.86 - 999}{999.86} \times 100\% = 0.0860\%$$

$$C_{x2} = \frac{R_b}{R_a} C_n = \frac{9990}{100} \times 0.1 = 9.99 \mu F = 9.990 \mu F$$
$$\text{相对误差: } \bar{d}\% = \frac{10.3696 - 9.990}{10.3696} \times 100\% = 3.661\%$$

2.2.2 电感测量

$$L_{x1} = R_a R_b C_n = 1 \times 10386 \times 1 = 10386 \mu H = 10.386 mH$$
$$\text{相对误差: } \bar{d}\% = \frac{9.9173 - 10.386}{9.9173} \times 100\% = -4.7261\%$$

$$L_{x2} = R_a R_b C_n = 100 \times 4783 \times 0.01 = 4783 \mu H = 4.783 mH$$
$$\text{相对误差: } \bar{d}\% = \frac{4.9741 - 4.783}{4.9741} \times 100\% = 3.841\%$$

2.3 实验结论

本次实验测得的电容电感值与用数字电桥测得的电感值有一定的小误差，但误差在可接受范围内。误差由以下可能原因组成：

- 导线等存在电阻，影响电桥的平衡
- 交流电的频率可能不是屏幕显示的 1000HZ，存在系统误差。
- 灵敏电流计的精度存在问题，影响测量结果
- C_n 与 R_a 的范围调节程度有限，无法提供更合适的组合。

3 实验拓展

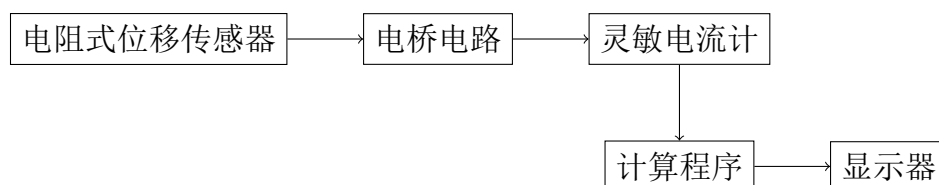
3.1 交流电桥的基本特性

交流电桥是一种用于测量电容、电感和电阻的精密仪器。其基本特性包括：

- 高精度：通过调节桥臂上的元件参数，使桥路两端电压为零，从而实现高精度测量。
- 灵敏度高：能够检测微小的阻抗变化，适用于精密测量。
- 多功能：可以测量电容、电感和电阻，适用范围广。
- 频率依赖性：测量结果与交流电源的频率有关，需要在特定频率下进行校准和测量。
- 平衡条件复杂，需要同时满足阻抗幅模乘积相等和阻抗幅角之和相等的条件。

3.2 利用电桥方法测量微小位移的方法

3.2.1 系统框图



3.2.2 实验原理和方法

1. **实验原理：**利用电桥电路的平衡原理，当位移传感器检测到微小位移时，会引起电桥电路中某一桥臂阻抗的变化，从而打破电桥的平衡状态。通过检测电桥两端的电压变化，可以计算出微小位移的大小。
2. **实验方法：**
 - 将电阻式位移传感器连接到电桥电路的一个桥臂上。配置适当的电阻，以确保其灵敏度满足微小位移的要求
 - 调节电桥电路，使其在初始状态下达到平衡。
 - 当电阻式位移传感器检测到微小位移时，记录灵敏电流计度数。
 - 通过计算程序将电流变化信号转换为位移量，并在显示器上显示结果。

4 参考文献

参考文献

- [1] 李海洋. 大学物理实验 II. 高等教育出版社, 2015.