

课程编号_____

实验类型_____实训实验_____

得分	教师签名	批改日期

深圳大学实验报告

课程名称：_____大学物理实验（三）_____

实验名称：_____电感的测量_____

学 院：_____高等研究院_____

组号：_____指导教师：_____

报告人：_____学号：_____

实验地点：_____致原楼_____

实验时间：_____2024_____年_3_月_22_日

提交时间：_____2024_____年_3_月_29_日

一、实验设计方案

1.1 实验目的

1. 学习使用 RL 串联测量电感的方法，掌握电感的测量技术，了解电感的特性。
2. 通过线性拟合求取电感感抗的大小。
3. 学习使用实验数据处理软件 PASCO Capstone 进行数据处理。
4. 了解传感器的工作原理，掌握传感器的使用方法。

1.2 实验原理

1.2.1 计算机实测技术

使用计算机辅助物理实验进行数据采集和处理, 其一般流程如下:

1. 传感器采集数据
2. 数据传输到计算机
3. 数据处理
4. 数据分析
5. 实验报告

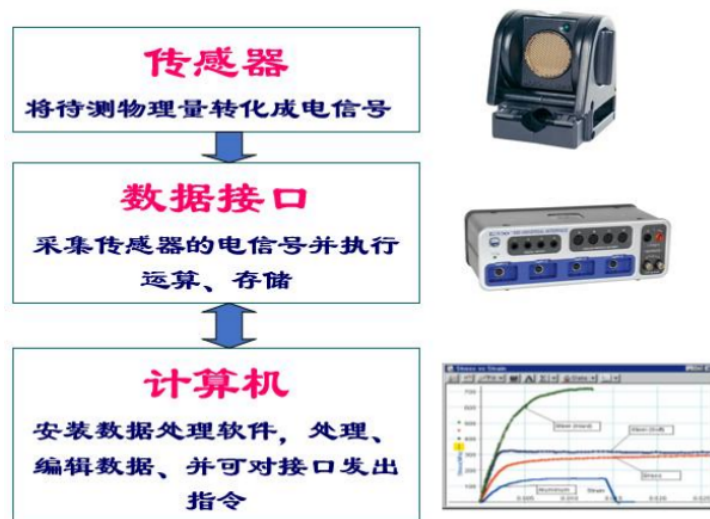


图 1: 计算机实测流程

从图 1 可见。需要传感器将待测信号转换为电信号, 传感器的工作原理是将非电信号转换为电信号, 传感器的输出信号是电信号, 传感器的输入信号是非电信号。之后通过数据接口采集数据, 利用计算机进行数据处理, 最后进行数据分析和实验报告。

1.2.2 RL 串联电路测电感

使用 RL 电路测量电感, 如图 2所示

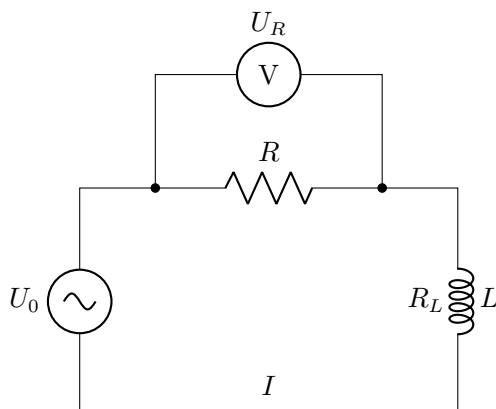


图 2: RL 串联电路测电感电路图

如图 2 所示, 电源 U_0 串联电阻 R 和电感 L , 电流 I 通过电路, 电感两端电压 U_L 与电阻两端电压 U_R 之比为

$$\frac{U_L}{U_R} = \frac{R_L}{R} \quad (1)$$

其中 R_L 为电感的感抗

$$R_L = \omega L \quad (2)$$

式中 $\omega = 2\pi f$ 为角频率, f 为频率, L 为电感, 电感的感抗 R_L 与电阻 R 之比为可以求得电路阻抗:

$$X_L = 2\pi f L = \omega L \quad (3)$$

$$R = R_L + R_0 \quad (4)$$

$$Z^2 = R^2 + X_L^2 = (R + R_0)^2 + (\omega L)^2 \quad (5)$$

用 R_0 写电路电流:

$$I = \frac{U_R}{R_0} \quad (6)$$

阻抗写成:

$$Z = \frac{U_0}{I} = \frac{U_0}{U_R} R_0 \quad (7)$$

可以得到

$$(R + R_0)^2 + (\omega L)^2 = \left(\frac{U_0}{U_R} R_0\right)^2 \quad (8)$$

可见通过改变频率 f 测量 U_R 再做出 $Z^2 - \omega^2$ 进行线性拟合 $Z^2 - \omega^2 = a\omega^2 + b$, 可以求得电感的大小 L (即斜率开平方)。

1.3 实验仪器

实验使用传感器和计算机软件 PASCO Capstone 进行数据采集和处理、PASCO 550 数据接口、电压传感器 CI-6503。使用的 PASCO 550 数据处理软件 PASCO Capstone 及匝数为 400 匝的待测电感。

二、实验内容及具体步骤

1. 打开 PASCO 550 数据接口，并通过导线及电压传感器 CI-6503 连成 RL 串联电路。
2. 打开数据处理软件 PASCO Capstone，如图 7 所示，将硬件设置中通道 A 改成电压传感器，并将信号源输出处选择输出电压传感器。
3. 将数据的采样频率调至 10KHz，并将交流电的频率依次设置为 100Hz、300Hz、500Hz、600Hz、700Hz 进行采样。
4. 开始采样后，待有数据采样成功后，迅速停止采样，并用正弦函数对采样出的图像进行拟合。
5. 表格中记录每个频率的交流电下，拟合后的正弦函数的峰值 A(即为 R_0 两端电压 U_R)。再通过各组数据画出 $Z^2 - \omega^2$ 图像，并通过斜率求出电感的感抗值。

三、数据记录及数据处理

3.1 实验数据记录

获得实验数据如下

表 1: 实验数据记录

f (Hz)	ω	$U_{R_0}(V)$	$U_0(V)$	$R_0(\Omega)$
100	628	4.87	5	100
200	1260	4.86	5	100
300	1880	4.85	5	100
500	3140	4.83	5	100
700	4400	4.79	5	100
900	5650	4.74	5	100

3.2 数据处理

进行实验数据处理，计算 Z^2, ω^2 如表 2所示

使用表 2的数据绘制图像，并进行线性拟合，得到如图 3所示的拟合图像。

表 2: $Z^2 - \omega^2$ 数据

f (Hz)	ω^2	Z^2
100	394384	10541.01
200	1587600	10584.43
300	3534400	10628.12
500	9859600	10716.32
700	19360000	10896.05
900	31922500	11127.13

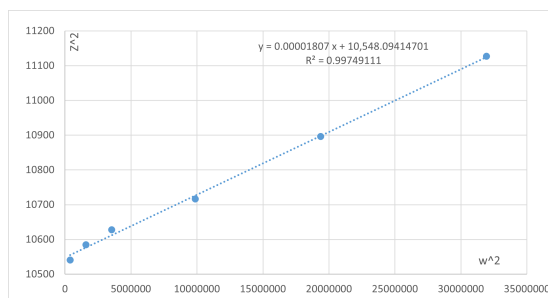


图 3: $Z^2 - \omega^2$ 数据拟合

如图拟合结果为 $y = 0.00001807x + 10,548.09414701$, 拟合 $R^2 = 0.99749111$, 可见拟合效果较好。

由斜率可得 $L^2 = 0.00001807$, 故电感的感抗为: $L = \sqrt{0.00001807} = 0.00425H$ 。由前台仪器测量实际得到电感的感抗为 $2.64mH$, 误差为 $|\frac{2.64-4.25}{4.25} \times 100\%| = 39.29\%$

四、实验结果陈述与总结

4.1 结果陈述

通过实验测量多组数据,通过线性拟合得到 $y = 0.00001807x + 10,548.09414701$, $R^2 = 0.99749111$ 电感的感抗为 $4.25mH$, 与前台仪器测量的 $2.64mH$ 相比, 误差为 39.29% 。分析可能是由于电感的内阻等因素导致的误差。

4.2 实验总结

通过实验学习了使用 RL 串联测量电感的方法, 掌握了电感的测量技术, 了解了电感的特性。通过线性拟合求取电感感抗的大小, 学习了使用实验数据处理软件 PASCO Capstone 进行数据处理, 了解了传感器的工作原理, 掌握了传感器的使用方法, 这对以后使用计算机辅助物理实验进行数据采集和处理有很大帮助。误差向老师老师助教请教后认为可能与仪器有关, 下次实验应该注意仪器的选择使用。

指导教师批阅意见

成绩评定

实验设计方案 (40 分)	实验过程与数据记录 (30 分)	数据处理与结果陈述 (30 分)	总分