

南昌大学物理实验报告

课程名称： 大学物理实验

实验名称： 用示波器测电容

学院： 理学院 专业班级： 金融数学 152 班

学生姓名： 刘舒婷 学号： 5501315011

实验地点： B211 教室 座位号： 06

实验时间： 第四周星期一上午 10 点开始

一、引言

电容是电容器的参数之一，对于解决生活及实验中的实际问题，有着很重要的作用，不同电容的电容器因所需不同而被应用在不同的地方，在实验中测电容器的电容，已成为大学物理实验中很重要的一个环节，在此实验中，我们用示波器测量电容的容量，该方法操作简单，且能加深我们对电容和电容性质的理解，巩固我们所学的知识。

二、实验任务

利用示波器测量电容器的电容量 C 。

三、实验仪器

200 欧姆电阻一个，10mH 电感一个，信号发生器一台，
双踪示波器一台，面包板一个，
电容一个，导线若干。

四、实验原理

1、测 RLC 谐振频率

RLC 串联电路如图 1 所示：

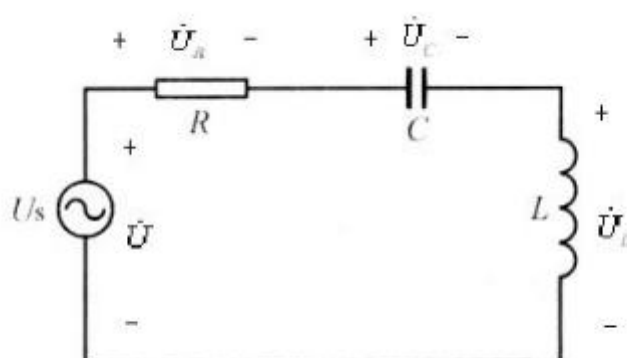


图 1 RLC 串联电路

所加交流电压 U （有效值）的角频率为 ω ，则电路的复阻抗为： $Z = R + j(\omega L - 1/\omega C)$

复阻抗模为： $|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$

复阻抗的幅角： $\varphi = \arctan[(\omega L - 1/\omega C)/R]$

即该电路电流滞后于总电压的位差值。回路中的电流 I （有效值）为
 $I = U/\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$

上面三式中 Z 、 φ 、 I 均为频率 f （或角频率 ω ， $\omega = 2\pi f$ ）的函数，当回路中其他元件参数取确定值的情况下，它们的特性完全取决于频率。

图 2（a）（b）（c）分别为 RLC 串联电路的阻抗，相位差，电流随频率的变化曲线。

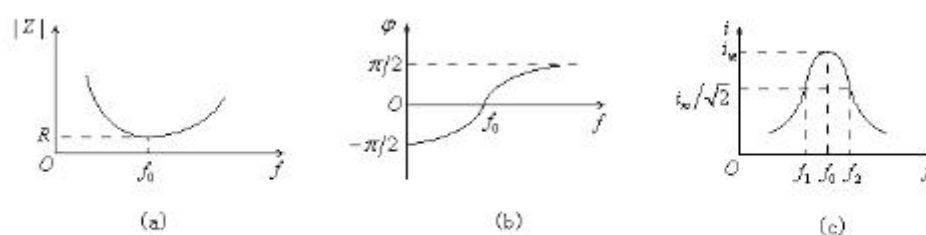


图 2 RLC 串联电路幅频、相频曲线

其中（b）图 φ - f 曲线称为相频特性曲线；（c）图 i - f 曲线称为幅频特性曲线。由曲线图可以看出，存在一个特殊的频率 f_0 特点为

（1）当 $f < f_0$ 时， $\varphi < 0$ ，电流相位超前于电压，整个电路呈电容性。

（2）当 $f > f_0$ 时， $\varphi > 0$ ，电流相位滞后于电压，整个电路呈电感性。

（3）当 $\omega L - 1/\omega C = 0$ 时，即 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ 或 $f_0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$ 时， $\varphi = 0$ ，表明电路中电流

I 和电压 U 同相位，整个电路呈纯电阻性。

这就是串联电路谐振现象，此时电路总阻抗的模 $|Z| = R$ 最小，电流 $I = U/|Z|$ 达到极大值，易知只要调节 f、L、C 中任意一个量，电路就能达到谐振。

根据 LC 谐振回路的谐振频率 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 或 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ 可求得 $C = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 L}$ 。

2、示波法测量

用低频信号发生器作为交流电源，把串联电路的总电压 U 加在示波器 Y 轴上，把电流信号（即，因为 I 与 U_R 同相位）加在 X 轴上，示波器将得到一个如下所示图李萨茹图形。改变信号源频率，当李萨茹图形由椭圆变为直线时，则电路处于谐振状态。此时，信号源频率即等于。

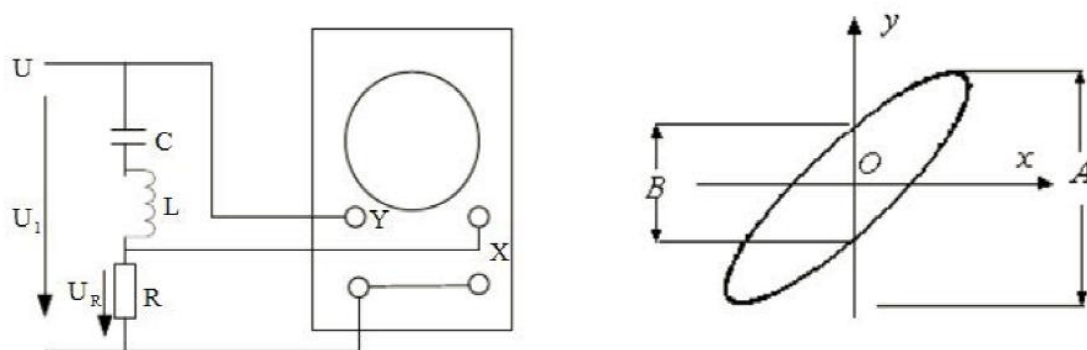


图 3 测量线路图

若用双踪示波器观察，则把 U 及 U_R 和别输到示波器 和 ，当两波形能完全重合时，U 与 U_R 同相位，电路处于谐振状态。

五、实验内容（或步骤）

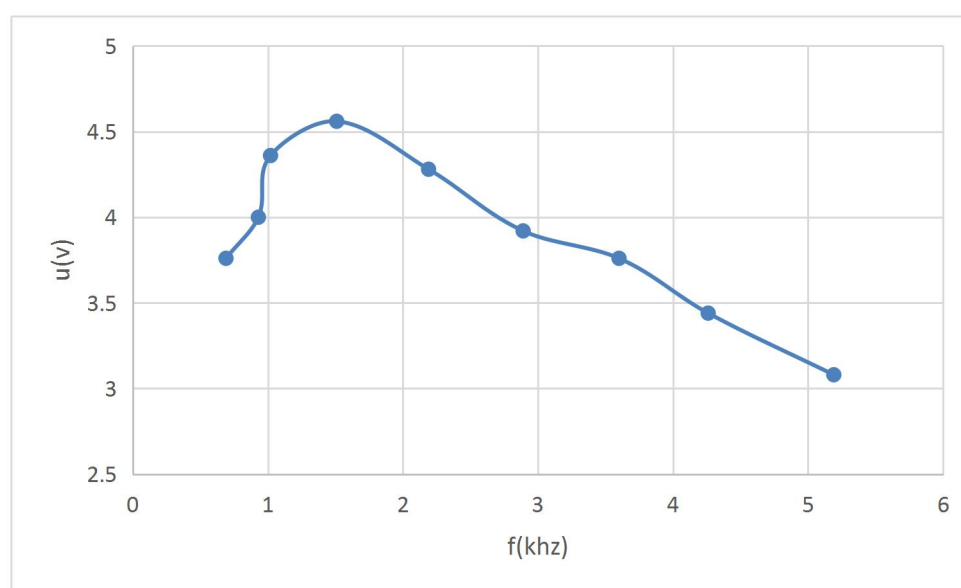
1. 电路连接如图 1，其中 $L=10\text{mH}$ ， $R=200\Omega$ ， $P=2\text{W}$ 。

2. 调节信号发生器的频率同时观察两端电压变化，当调至某一频率时，电压最大，测得这个最大值及信号的周期（或频率）。
3. 由这个最大值的周期（或频率）计算出电容的值。

六、数据处理和分析

1、 测 RLC 谐振频率数据记录表

| | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| u (v) | 3.76 | 4.00 | 4.36 | 4.56 | 4.28 | 3.92 | 3.76 | 3.44 | 3.08 |
| f (khz) | 0.69 | 0.93 | 1.02 | 1.51 | 2.19 | 2.89 | 3.60 | 4.26 | 5.19 |



通过图表可知大概在 $f=1.51$ KHz 处 R 上的电压最大。将其代入公式

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 L}$$

2、 RLC 电路

测得=1.51kHz

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 L}$$

3、RC 电路

RC 串联电路在 RC 串联电路中，电流处处相等，因此，电容与电阻的电压之比，即为两者的阻抗之比：令电容器上电压为 U_C ，电阻上电压为 U_R

| | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| f (khz) | 1.292 | 1.516 | 1.675 | 1.880 | 1.998 |
| (v) | 1.74 | 1.67 | 1.72 | 1.76 | 1.96 |
| (v) | 1.34 | 1.41 | 1.44 | 1.49 | 1.68 |

$$\frac{U_C}{U_R} = \frac{1}{(2\pi fCR)}$$

$$C = \frac{U_R}{(2\pi fRU_C)} = 1.00 \mu F$$

七、实验误差分析

1、系统误差

- (1) 仪器不精确造成误差。
- (2) 示波器图像有厚度，使结果有误差。
- (3) 图像抖动产生误差。

2、偶然误差

- (1) 仪器操作失误造成电路连接错误，从而产生误差。
- (2) 观察时未使振幅达到最大就进行读数。
- (3) 读数误差。

附：实验数据

$$R=200\Omega \quad L=10mH \quad C=1\mu F \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

一. RLC

| | | | | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| f/kHz | 0.69 | 0.93 | 1.02 | 1.51 | 2.19 | 2.89 | 3.60 | 4.26 | 5.19 |
| u_k/V | 3.76 | 4.00 | 4.36 | 4.56 | 4.28 | 3.92 | 3.76 | 3.44 | 3.08 |

二. RLC. (李萨如图形).

$$f = 1.490kHz$$

三. RC.

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| f | 1.292 | 1.516 | 1.675 | 1.880 | 1.998 |
| u_0 | 1.74 | 1.67 | 1.72 | 1.76 | 1.96 |
| u_R | 1.34 | 1.41 | 1.44 | 1.49 | 1.68 |

刘舒婷

金数152

550315011

学号: 06.

[Red signature]