

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：

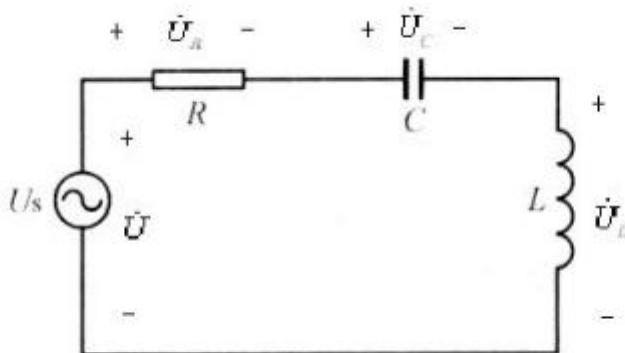


图 1 RLC 串联电路

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

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

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

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。

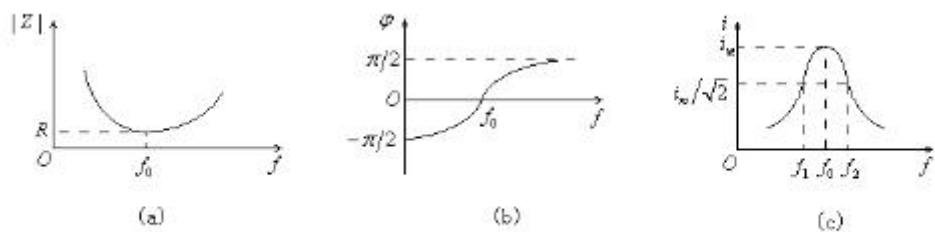


图 2 RLC 串联电路幅频、相频曲线

其中 (b) 图 $\varphi-f$ 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 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，当李萨如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。

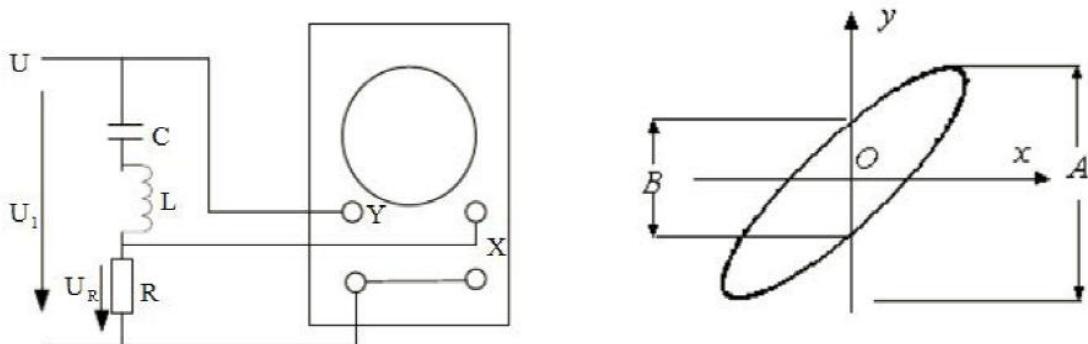


图 3 测量线路图

若用双踪示波器观察，则把 U 及 I 分别输入到示波器 X 和 Y ，当两波形能完全重合时， U 与 UR 同相位，电路处于谐振状态。

五、实验内容（或步骤）

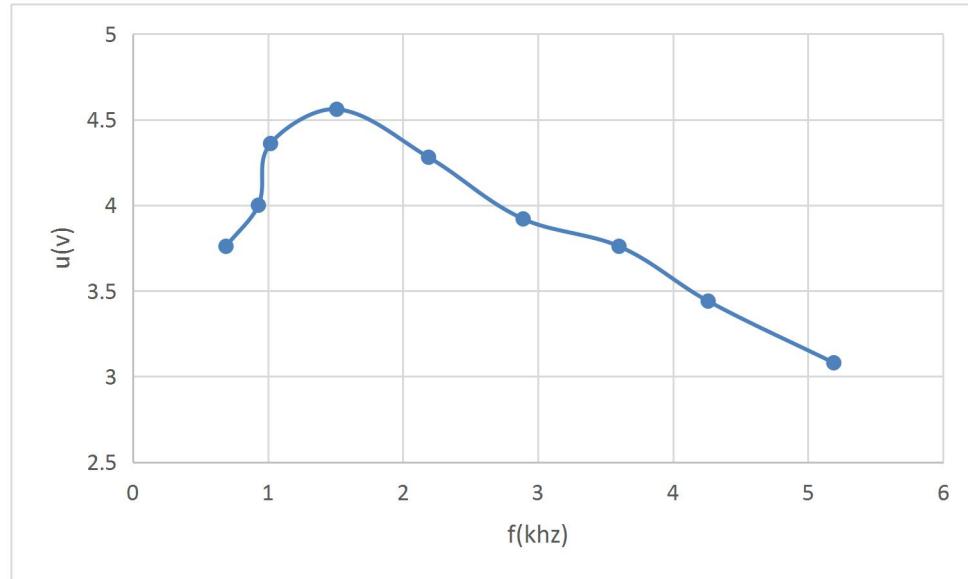
1. 电路连接如图 1，其中 $L=10mH$, $R= 200\Omega$, $P=2W$ 。

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

$$\frac{U_c}{U_R} = \frac{1}{(2\pi f C R)}$$

$$C = \frac{U_R}{(2\pi f R U_c)} = 1.00 \mu F$$

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

