

# 武汉大学物理科学与技术学院

## 物理实验报告

物理科学与技术学院

物理学专业

2023 年 4 月 18 日

实验名称	实验名						
姓 名	姓名	年 级	年级	学 号	学号	成 绩	

实验报告内容:

一、实验目的

五、数据表格

二、主要实验仪器

六、数据处理及结果表达

三、实验原理

七、实验结果分析

四、实验内容与步骤

八、习题

### 一 实验目的

1. 通过观测、分析 RLC 串联电路的相频和幅频特性，理解并学会具体应用特性。
2. 进一步学习使用双踪示波器进行相位差的测量。

### 二 实验仪器

正弦信号发生器、毫伏表、双踪数字示波器、自感器、电容器、交流电阻箱

### 三 实验原理

#### 1 RC 串联电路的相频特性和幅频特性

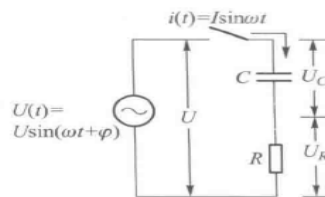
在右图中，RC 的

总阻抗为  $\tilde{Z} = R - j\frac{1}{\omega C}$ ，其模为  $Z = |\tilde{Z}| = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$ ，

其幅角为  $\varphi = -\arctan \frac{1}{\omega CR}$ ，电容电阻两端的分压分别为

$$U_R = \frac{U}{\sqrt{1 + (\omega CR)^{-2}}}, U_C = \frac{U}{\sqrt{1 + (\omega CR)^2}}$$

由以上公式可得该串联电路的如下特征



RC 串联电路

### (1) 幅频特性

根据上述  $U_R, U_C$  的表达式, 当  $\omega \rightarrow 0$  时,  $U_R \rightarrow 0, U_C \rightarrow U$ ;  $U_R$  随着  $\omega$  增大逐渐增大,  $U_C$  反之; 当  $\omega \rightarrow \infty$  时,  $U_R \rightarrow U, U_C \rightarrow 0$ 。

### (2) 相频特性

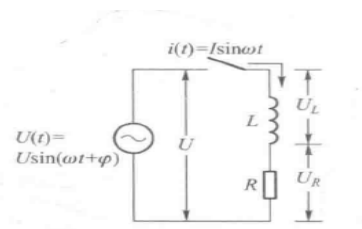
当  $\omega$  很低时,  $\varphi_R \rightarrow +\pi/2$ ; 当  $\omega$  很高时,  $\varphi_R \rightarrow 0$ , 且  $\varphi_C = |\varphi_R| - \pi/2$

### (3) 等幅频率

当  $R = 1/(\omega C)$  时,  $U_R = U_C$ , 此时的频率为等幅频率, 也叫截止频率

## 2 RL 电路的幅频特性

RL 的阻抗为  $\tilde{Z} = R + j\omega L$ , 其模为  $Z = |\tilde{Z}| = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$   
其他同 RC 电路



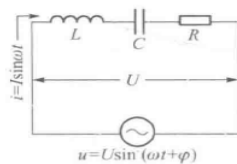
RL 串联电路

## 3 RLC 串联电路

该电路的总阻抗为  $\tilde{Z} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$

幅角:  $\varphi = \arctan \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$

R 上的电压为  $U_R = \frac{U}{Z} R$



RLC 串联电路

### (1) 谐振频率

当  $\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$  时,  $\varphi = 0$ , 并且  $U_R = U$  为极大值, 此时的频率记为谐振频率  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

### (2) 相频特性

$\omega < \omega_0$  时, 此时电路呈电容性;  $\omega > \omega_0$  时, 此时电路呈电感性;  $\omega = \omega_0$  时, 此时电路呈电阻性。

## 四 实验内容与步骤

### 1 测量并绘制 RC 串联电路的幅频、相频曲线

(1) 连接电路, 接通各个仪器电源进行预热

- (2) 调节信号源的  $f = 500\text{Hz}$ ,  $U = 3.0V_{RMS} = 8.5V_{pp}$
- (3) 依次从电压表上测出 R,C 上的电压  $U_R, U_C$ , 从示波器的李萨如图形上读出 x 轴与图形相交的水平距离  $2x_0$  和图形在 x 轴上的投影  $2X$
- (4) 依次测出表格中其余  $f$  值条件下的  $U_R, U_C$ , 和  $\varphi$  值.

## 2 测量并绘制 RL 串联电路的幅频、相频曲线

与上一步内容相似, 将 C 替换为 L

## 3 测量并绘制 RLC 串联电路的相频曲线

其测量电路与以上内容相仿, 只是将串联 LC 代替原来的 C 即可

- (1) 用李萨如图形找出谐振频率
- (2) 测出  $f=350, 600, 700, 780, 900, 1500\text{Hz}$  条件下的  $\varphi$  值

## 五 数据表格

RC 幅频, 相频曲线

$U = 3.0V_{RMS} = 8.5V_{pp} \quad R = 200\Omega \quad C = 0.47\mu F$						
$f/\text{Hz}$	500	1200	1700	2000	3000	7000
$U_R/V$						
$U_C/V$						
$2x_0/\text{cm}$						
$2X/\text{cm}$						
$\varphi/(\circ)$						

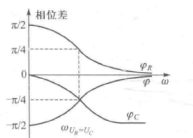
RL 幅频, 相频曲线

$U = 3.0V_{RMS} = 8.5V_{pp} \quad R = 1000\Omega \quad L = 0.1H$						
$f/\text{Hz}$	500	1200	1700	2000	3000	7000
$U_R/V$						
$U_L/V$						
$2x_0/\text{cm}$						
$2X/\text{cm}$						
$\varphi/(\circ)$						

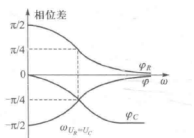
RLC 相频曲线

$U = 3.0V_{RMS} = 8.5V_{pp} \quad R = 1000\Omega \quad C = 0.47\mu F \quad L = 0.1H$						
理论谐振频率 $f_0 = 734Hz$ 实验谐振频率 $f_{op} = 712Hz$						
$f/Hz$	350	600	700	780	900	1500
$2x_0/cm$						
$2X/cm$						
$\varphi/(^{\circ})$						

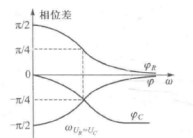
六 数据处理及结果表达



接线柱 1



接线柱 2



接线柱 3

七 实验结果分析

芝士实验结果分析

八 习题

- 1. 2
- 2. 3
- 3. 4

教师  
评语

指导教师: 年 月 日