

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

日期

实验名称	RLC 电路的稳态						
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

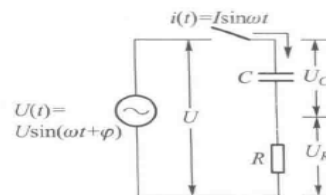
在右图中，RC 的

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 ω 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

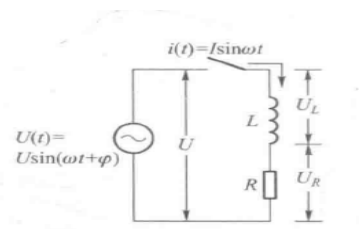
当 ω 很低时, $\varphi_R \rightarrow +\pi/2$; 当 ω 很高时, $\varphi_R \rightarrow 0$, 且 $\varphi_C = |\varphi_R| - \pi/2$

(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



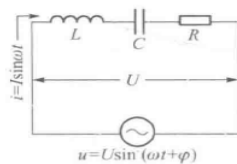
RL 串联电路

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 φ 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 φ 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/Hz	500	1200	1700	2000	3000	7000
U_R/V						
U_C/V						
$2x_0/\text{cm}$						
$2X/\text{cm}$						
$\varphi/(\circ)$						

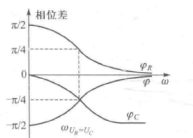
RL 幅频, 相频曲线

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

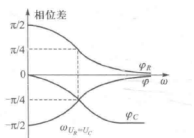
RLC 相频曲线

$U = 3.0V_{RMS} = 8.5V_{pp} \quad R = 1000\Omega \quad C = 0.47\mu F \quad L = 0.1H$						
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
$2x_0/cm$						
$2X/cm$						
$\varphi/(\circ)$						

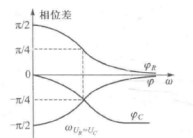
六 数据处理及结果表达



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