

# 北京化工大学 实验报告

课程名称: 大学物理实验 实验日期: 2023 年 10 月 23 日

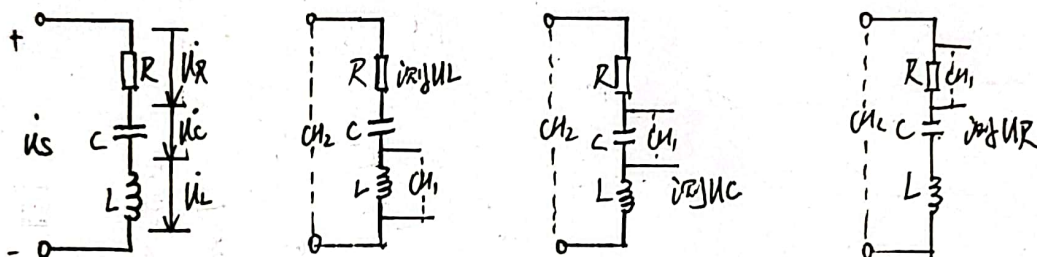
班级: 化生C2201 学生姓名: 徐远

实验名称: RLC电路特性的研究

## 一. 实验步骤

### (1) 谐振电路特性

设定  $R=200\Omega$ ,  $L=40\text{mH}$ ,  $C=1\mu\text{F}$ , 计算电路Q值, 按图所示连接电路。



### I. 幅频特性

- ① 选择正弦波信号, 调节幅度至  $V_{pp}=6.00\text{V}$ 。
- ② 根据  $R$ ,  $L$  和  $C$  值, 计算谐振频率  $f_0$ 。以电感电压与电容电压最大值时的频率  $f_L$  和  $f_C$ 。
- ③ 间隔  $200\text{Hz}$ , 用示波器测量频率从  $f=200\text{Hz} \sim 2\text{kHz}$  时的  $U_R$ ,  $U_L$  和  $U_C$  的值并记录在自拟的表格中。

### II 相频特性

- ① 选择正弦波信号, 调节幅度至  $V_{pp}=6.00\text{V}$ 。
- ② 根据所给的  $L$  和  $C$  值, 估算谐振频率。
- ③ 间隔  $200\text{Hz}$ , 用李萨如图形法测量频率从  $f=200\text{Hz} \sim 2\text{kHz}$  时  $U_S$  与  $U_R$  之间的相位差  $\varphi$ , 并记录在自拟的表格中。

### (2) 品质因数 $Q$ 和 $R$ 的关系

设定  $R=200\Omega$ ,  $L=40\text{mH}$ ,  $C=1\mu\text{F}$ , 计算电路的Q值并测量  $U_R$  并记录在自拟的表格中。

## 二. 数据整理

1.  $R=200\Omega$ ,  $L=40\text{mH}$ ,  $C=1\mu\text{F}$ ,  $V_{pp}=6.00\text{V}$

表1 RLC串联电路的幅频特性

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$f/\text{kHz}$	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
$U_L/\text{V}$	0.424	1.74	3.92	5.84	6.56	6.64	6.56	6.48	6.40	6.32
$U_C/\text{V}$	6.08	6.48	6.56	5.68	4.16	2.92	2.12	1.64	1.28	1.00
$U_R/\text{V}$	1.56	3.28	4.96	5.68	5.20	4.32	3.76	3.20	2.80	2.32
$U_S/\text{V}$	5.87	5.76	5.62	5.68	5.73	5.70	5.82	5.80	5.84	5.89





表2 RLC串联电路的幅频特性

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$f/\text{kHz}$	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
$B/V$	-5.400	-4.680	-2.600	0.040	2.280	3.560	4.360	4.800	4.960	5.160
$A/V$	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960
$\varphi = \arcsin(\frac{B}{A})$	-1.13	-0.903	-0.451	0.00671	0.392	0.640	0.821	0.936	0.983	1.05

表

2.  $R=20\Omega$ ,  $L=40\text{mH}$ ,  $C=1\mu\text{F}$ ,  $V_{pp}=6.00\text{V}$ 

表3 RLC串联电路的幅频特性

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$f/\text{kHz}$	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
$U_R/V$	0.182	0.416	1.10	3.48	1.24	0.720	0.496	0.400	0.340	0.284

## 三、数据处理

$$1. U_S = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

$$U_{S1} = \sqrt{1.56^2 + (0.424 - 6.08)^2} \text{ V} = 5.87 \text{ V}$$

$$U_{S2} = \sqrt{3.28^2 + (1.74 - 6.48)^2} \text{ V} = 5.76 \text{ V}$$

$$U_{S3} = \sqrt{4.96^2 + (3.92 - 6.56)^2} \text{ V} = 5.62 \text{ V}$$

$$U_{S4} = \sqrt{5.68^2 + (5.84 - 5.68)^2} \text{ V} = 5.68 \text{ V}$$

$$U_{S5} = \sqrt{5.20^2 + (6.56 - 4.16)^2} \text{ V} = 5.73 \text{ V}$$

$$U_{S6} = \sqrt{4.32^2 + (6.64 - 2.92)^2} \text{ V} = 5.70 \text{ V}$$

$$U_{S7} = \sqrt{3.76^2 + (6.56 - 2.12)^2} \text{ V} = 5.82 \text{ V}$$

$$U_{S8} = \sqrt{3.20^2 + (6.48 - 1.64)^2} \text{ V} = 5.80 \text{ V}$$

$$U_{S9} = \sqrt{2.80^2 + (6.40 - 1.16)^2} \text{ V} = 5.84 \text{ V}$$

$$U_{S10} = \sqrt{2.52^2 + (6.32 - 1.00)^2} \text{ V} = 5.89 \text{ V}$$

$$\overline{V_S} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} V_{Si} = \frac{1}{10} \times (5.87 + 5.76 + 5.62 + 5.68 + 5.73 + 5.70 + 5.82 + 5.80 + 5.84 + 5.89) \text{ V} = 5.77 \text{ V}$$

$$E = \frac{|\overline{V_S} - V_{PP}|}{V_{PP}} \times 100\% = \frac{|5.77 - 6.00|}{6.00} \times 100\% = 3.8\%$$

完成报告日期

年

月

日

评 语		成 绩
		辅 导 教 师
		年 月 日



扫描全能王 创建

# 北京化工大学

## 实验报告

课程名称: RLC电路特性的研究 实验日期: 2023 年 10 月 23 日

班级: 化生2021 学生姓名: 徐远

### 2. 幅频特性如图1

由图得  $f_0' = 0.80 \text{ kHz}$   $f_L' = 1.20 \text{ kHz}$   $f_C' = 0.60 \text{ kHz}$

理论值  $R = 200 \Omega$ ,  $L = 40 \text{ mH}$ ,  $C = 1 \mu\text{F}$ ,  $V_{pp} = 6.00 \text{ V}$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{40 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-6}}} \text{ Hz} = 0.796 \text{ kHz}$$

$$f_L = \sqrt{\frac{2}{2LC - (RC)^2}} \times \frac{1}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{2}{2 \times 40 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-6} - (200 \times 10^{-6})^2}} \text{ Hz} = 1.126 \text{ kHz}$$

$$f_C = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{1}{40 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-6}} - \frac{200^2}{4 \times (40 \times 10^{-3})^2}} \text{ Hz} = 0.563 \text{ kHz}$$

误差  $E_0 = \frac{|f_0' - f_0|}{f_0} \times 100\% = \frac{|0.80 - 0.796|}{0.796} \times 100\% = 0.50\%$

$$E_L = \frac{|f_L' - f_L|}{f_L} \times 100\% = \frac{|1.20 - 1.126|}{1.126} \times 100\% = 6.57\%$$

$$E_C = \frac{|f_C' - f_C|}{f_C} \times 100\% = \frac{|0.60 - 0.563|}{0.563} \times 100\% = 6.57\%$$

### 3. 相频特性如图2

$$\varphi = \arcsin\left(\frac{B}{A}\right) \quad \varphi_1 = \arcsin\left(\frac{-5.400}{5.960}\right) = -1.13 \quad \varphi_2 = \arcsin\left(\frac{-4.680}{5.960}\right) = -0.903$$

$$\varphi_3 = \arcsin\left(\frac{-2.600}{5.960}\right) = -0.451 \quad \varphi_4 = \arcsin\left(\frac{0.040}{5.960}\right) = 0.00671 \quad \varphi_5 = \arcsin\left(\frac{2.280}{5.960}\right) = 0.392$$

$$\varphi_6 = \arcsin\left(\frac{3.560}{5.960}\right) = 0.640 \quad \varphi_7 = \arcsin\left(\frac{4.360}{5.960}\right) = 0.821 \quad \varphi_8 = \arcsin\left(\frac{4.800}{5.960}\right) = 0.936$$

$$\varphi_9 = \arcsin\left(\frac{4.960}{5.960}\right) = 0.983 \quad \varphi_{10} = \arcsin\left(\frac{5.160}{5.960}\right) = 1.05$$

### 4. 根据测量结果绘制不同R值的RLC串联电路的幅频特性图,并分析Q值与R的关系(如图3)

$$Q = \frac{1}{R\sqrt{C}}$$

当L, C一定时, Q仅与R有关, R大, 则Q小; 反之, R小, 则Q大





## 四误差分析

1. 示波器示数不稳定, 跳动带来误差。
2. 调频时往往很难精确调到  $200\text{Hz}$ ,  $400\text{Hz}$  ... 这样的整数, 带来误差。
3. 用李萨如图以列 A, B 时, 用虚线对准时, 由于判断圆点不好, 难以完全对准以及眼睛观察带来的误差。
4. 设置  $V_{pp} = 6.00\text{V}$ , 但实验中会有少许跳动带来的误差。

完成报告日期

年 月 日

评 语		成 绩
		辅 导 教 师
		年 月 日



# 实验报告原始数据

实验名称: RLC电路 实验日期: 10.27

班 级: 化生C2201 学生姓名: 徐远 同组人: \_\_\_\_\_

1.  $R=200\Omega$ ,  $L=40mH$ ,  $C=1\mu F$ ,  $V_{pp}=6.00V$

表1 RLC串联电路的幅频特性

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$f/KHz$	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
$U_L/V$	0.424	1.74	3.92	5.84	6.56	6.64	6.56	6.48	6.40	6.32
$U_C/V$	1.546	3.28	4.96	5.68	5.20	4.32	3.76	3.20	2.80	2.52
$U_R/V$	6.08	6.48	6.56	5.68	4.16	2.92	2.12	1.64	1.28	1.00
$U_S/V$										

表2 RLC串联电路的相频特性

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$f/KHz$	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
$B/V$	5.400	4.680	2.600	0.040	2.280	3.560	4.360	4.800	4.960	5.160
$A/V$	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960	5.960
$\varphi = \arcsin(\frac{B}{A})$										

2.  $R=200\Omega$ ,  $L=40mH$ ,  $C=1\mu F$ ,  $V_{pp}=6.00V$

表3 RLC串联电路的幅频特性

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$f/KHz$	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
$U_R/V$	0.182	0.416	1.10	3.48	1.24	0.720	0.496	0.400	0.340	0.284

辅导教师:

年 月 日



扫描全能王 创建

图1 RLC串联电路的幅频特性 ( $R=200\Omega$ )

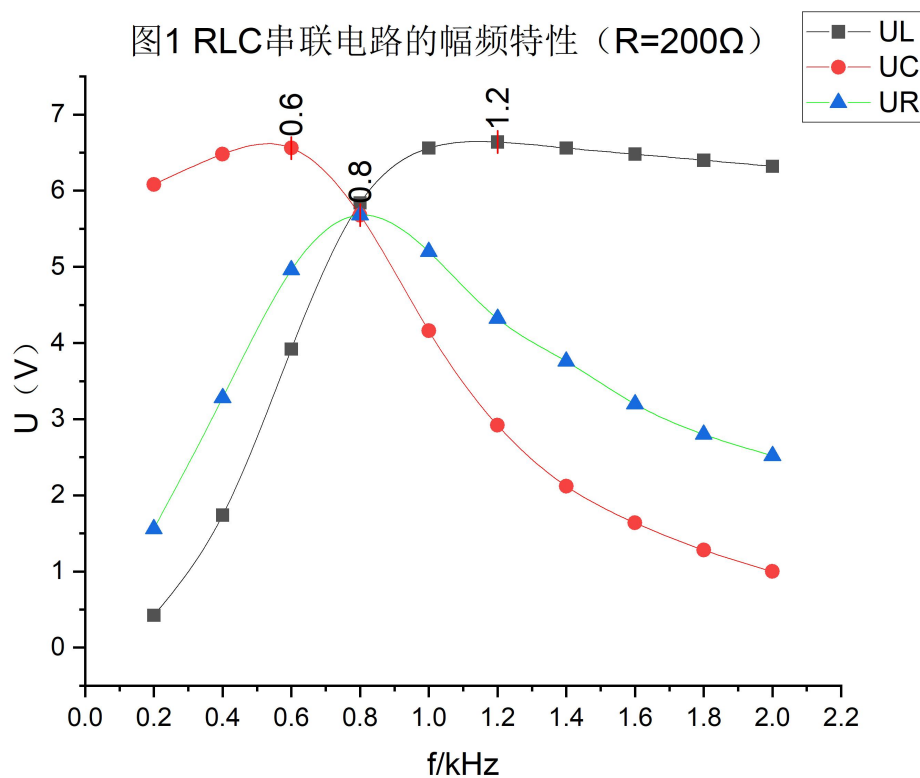


图2 RLC串联电路的相频特性 ( $R=200\Omega$ )

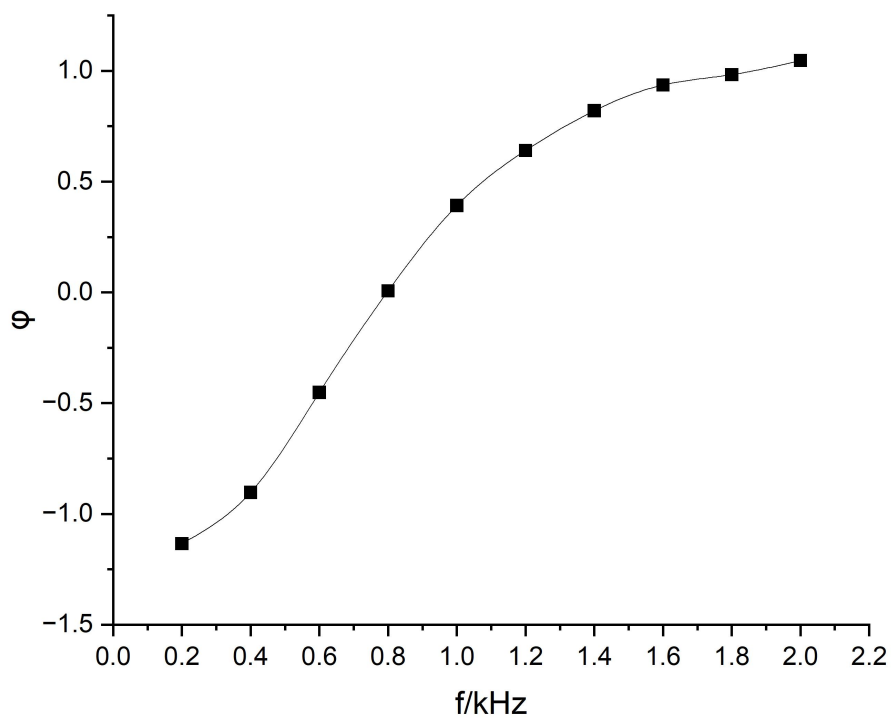


图3 不同Q值的RLC串联电路幅频特性图

