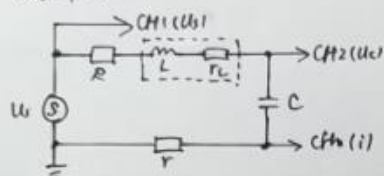


## 一. 注意事项

1. 测量时, 应保证电源电压有效值不变。
2. 电感线圈也具有电阻  $r_L$ 。
3. 采样电阻  $r$  应远远小于被测电路的入端阻抗。

## 二. 实验任务

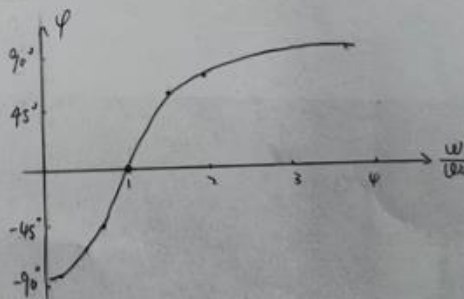
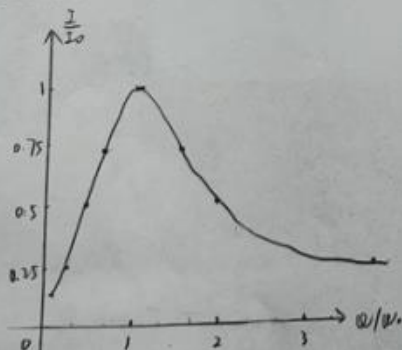


幅频特性与相频特性数据

	$f_{L1}$	$f_{L2}$	$f_{L3}$	$f_{L4}$	$f_0$	$f_{H1}$	$f_{H2}$	$f_{H3}$	$f_{H4}$
频率 $f$ (Hz)	420.00	760.00	1010.00		1472.55		2287.55	2992.55	5700.00
$U_{rpp}$ (mV)	67	134	189		1267		189	134	67
$I$									
$I/I_0$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$		1		$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
$\varphi_{u-r}$	$-80^\circ$	$-64^\circ$	$-46^\circ$		$0^\circ$		$50^\circ$	$62^\circ$	$75^\circ$
$U/U_0 = f/f_0$	0.284	0.514	0.684		1		1.548	2.029	3.858

1. 计算  $f_{0理论} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{10000}{2\pi} = 1591.55 \text{ Hz}$   
测量得  $f_0 = 1477.55 \text{ Hz}$ 。

2. 谐振状态下,  $U_C = 6.4 \sin(9283.72t - 84.2^\circ) \text{ V}$ 。



## 一. 实验目的

1. 理解串联电路谐振现象, 加深对谐振条件和特点的理解
2. 学习RLC串联谐振电路频率特性曲线的测定方法

## 二. 实验原理

## 1. 串联谐振的特点

① 回路阻抗最小, 且为电阻性,  $Z=R$

②  $U_L = U_C = Q U_R$ , 其中  $Q = \frac{U_L}{U_R} = \frac{1}{\omega R C}$  为电路品质因数, 当  $Q > 1$  时,  $U_L = U_C > U_R$

## 2. RLC串联电路的频率特性

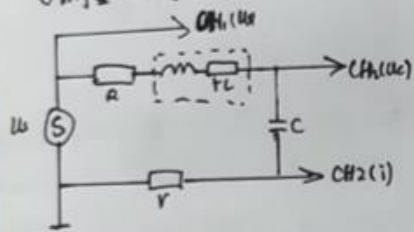
$$I = \frac{U_s}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} = \frac{U_s}{R \sqrt{1 + Q^2 (\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})^2}}$$

$$\text{令 } \frac{U_L}{R} = I_0, I_0 \text{ 为谐振电流有效值, 得 } \frac{I}{I_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q^2 (\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})^2}}$$

$$I \text{ 与 } U_s \text{ 之间相位差 } \varphi = \arctan \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

## 三. 实验任务

- ① 找出RLC串联谐振的谐振点, 记录谐振频率  $f_0$ , 串联测量谐振点电流  $I$ , 绘出端电压  $U_s(t)$  和电流  $i(t)$  波形
- ② 测量RLC谐振电路幅频特性
- ③ 测量RLC谐振电路相频特性



## 四. 思考题

1. 在上图实验电路中, 当发生谐振时是否有  $U_R = U_s$ ,  $U_C = U_L$ ? 若成立, 分析原因。  
答: 两式均不成立, 因为电感线圈存在一定电阻, 与理想情况下的  $U_L$  值、幅值、相位均不同。同理,  $U_C$  与  $U_s$  谐振时也不相等。

## 2. 可用哪些实验方法判断电路处于串联或并联谐振状态?

- 答: ① 观察回路电流, 谐振频率下处于最大值, 为串联, 支路达到最大值, 为并联。  
② 测量电容器两端电压, 谐振时串联电路达到最大值。  
③ 观察相位, 如果电容器和理想电容相位相同, 表明达到谐振。  
④ 计算电路固有频率。  
⑤ 观察电路功率, 阻抗等。

## 五. 计算谐振频率

$Q=1.5$ ,  $L=100\text{mH}$ ,  $C=0.1\mu\text{F}$ ,  $R=150\Omega$  情况下, 谐振频率  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 10^4 \text{ rad/s}$ .

## 六. 数据处理与分析

幅频特性与相频特性数据

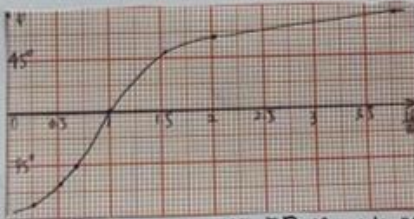
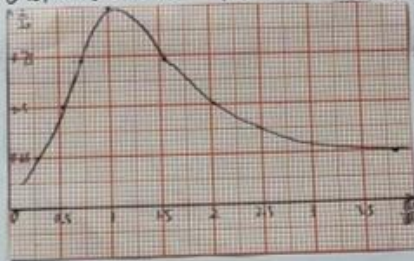
	$f_{L2}$	$f_{L1}$	$f_{LC}$	$f_0$	$f_{H1}$	$f_{H2}$
频率 $f(\text{Hz})$	420.00	760.00	1010.00	1477.55	2287.55	3777.55
$U_{rpp}(\text{mV})$	67	134	189	267	134	67
$I/I_0$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{4}$
$\varphi_{us-i}$	$-80^\circ$	$-64^\circ$	$-46^\circ$	0	$50^\circ$	$75^\circ$
$U/U_0 = f/f_0$	0.284	0.514	0.684	1	1.548	2.509
						3.858

计算  $f_{0\text{理论}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 1591.55\text{Hz}$ . 测量得  $f_0 = 1477.55\text{Hz}$ .

得到  $U_c$  表达式为  $U_c = 6.4 \sin(9283.72t - 84.2^\circ)\text{V}$ .

由数据可知  $f_0 > f_{0\text{理论}}$ , 这表明实验时电容  $L$  与电容  $C$  的乘积  $LC$  比其给出的理论值偏大, 也可能是示波器测量产生的误差或实验操作的误差.

由表中数据画出  $I/I_0$  与  $U/U_0$  的关系曲线.  $\varphi$  与  $U/U_0$  的关系曲线.



与书中所给理论曲线相比, 无论是  $I/I_0 - U/U_0$  曲线还是  $\varphi - U/U_0$  曲线均与各自理论曲线相似, 但两曲线均是不对称的, 而理论曲线均是对称的, 原因可能在于电容  $L$  与电容  $C$  的标称值与实际值存在偏差, 使得电阻设置值未达到串联谐振电路的理论值, 从而使曲线在  $U/U_0 > 1$  部分存在较大程度的偏移, 最终形成不对称曲线.

## 七. 实验小结

本次实验中, 我通过观察串联电路谐振现象, 加深了对谐振条件和特点的理解; 同时通过学习并实验完成 RLC 串联谐振电路频率特性曲线的测定, 我感受到串联谐振作为一种较纯净的电路状态, 其背后蕴藏的电学条件与电路状态, 加深了我对电路理论学习的理解.