

## 实验十五 RL、RC 和 RLC 电路稳态特性研究

### 一、实验任务

1. 测量 RC 串联电路幅频特性和相频特性，求出截止频率  $f_{U_R=U_C}$ ，计算误差。
2. RLC 串联电路的幅频特性和相频特性研究：
  - (1) 测量 RLC 串联电路幅频特性和相频特性曲线，求出谐振频率  $f_0$ 、品质因素  $Q$ ，计算误差。
  - (2) 测量分析不同  $Q$  值下 RLC 串联电路的幅频特性，进一步分析得出结论。
3. 拓展内容：
  - (1) 半波整流电路研究。
  - (2) RLC 并联电路幅频特性和相频特性研究。
  - (3) RL 串联电路的频率特性测量。

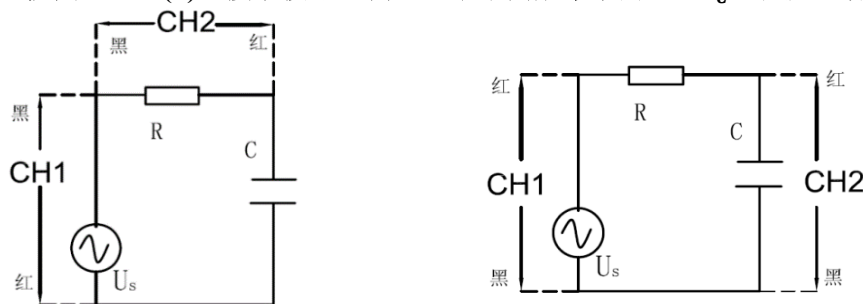
### 二、操作要点

示波器连接说明：双通道示波器，两个通道共地，使用示波器进行双通道测试时，示波器两表笔的接地端应连接在电路的同一点，否则会引起短路无法正确测量。

信号源：正弦波形输出  $V_{pp}=5V$ 。在频率范围内每项实验内容测量 10~15 组数据。

#### 1. RC 串联电路的幅频特性和相频特性数据测量。

- (1) 按图 2-15-9(a)连接电路，电阻  $R=2000\Omega$ ，电容  $C=47nF$ ，频率范围(0.3-5)KHz，测量记录不同频率下的  $U$ 、 $U_R$ ，以及相应的  $U_R$  与  $U$  的相位差  $\varphi_R$ 。
- (2) 按图 2-15-9(b)连接示波器，测量记录不同频率下的  $U$ 、 $U_C$ ，以及二者的相位差  $\varphi_C$ 。



(a)同时测试电阻两端  $U_R$  和电源输出  $U$

(b)同时测试电阻两端  $U_C$  和电源输出  $U$

图 2-15-9 RC 串联电路频率特性测试电路图

#### 2. RLC 串联电路频率特性及 $Q$ 值的测量。

- (1) 按图 2-15-5 连接电路， $R=1000\Omega$ ， $L=10mH$ (直流电阻  $R_L\sim 65\Omega$ )， $C=2.2nF$ ，频率范围 3-100 kHz。正确连接示波器的接线端（正负极参照图 15-1a 连接），分别测量记录不同频率下  $U$ 、 $U_R$ ，以及  $U_R$  与  $U$  之间的相位差  $\varphi_R$ 。

- (2) 不同  $Q$  值下幅频特性比较测试：

电阻  $R$  取值  $270\Omega$ ，其他参数不变，测量 RLC 串联电路的幅频特性数据，比较不同  $Q$  值 ( $270\Omega$  和  $1000\Omega$ ) 下电路幅频特性。

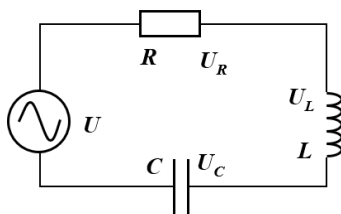


图 2-15-5 RLC 串联电路图

### 3. 拓展内容:

#### (1) 应用研究: 半波整流电路(交流转直流)定性研究

按照下表依次连接电路, 电源设为峰峰值 5Vpp 的交流正弦波, 频率建议设置为几百 Hz。使用示波器测试电阻两端电压, 并记录波形, 定性绘制到表中(注意标尺保持统一):

电路图			
元件值	R=1000Ω	R=1000Ω	R=1000Ω, C=10μF
输出波形图			

半波整流电路效果记录表

#### (2) RLC 并联电路的频率特性测量

按图 2-15-7 连接电路, 其中:  $R=1000\Omega$ ,  $L=10\text{mH}$ (直流电阻  $R_L\sim 65\Omega$ ),  $C=22\text{nF}$ , 频率范围(1-25)KHz, 测量记录不同频率下  $U$ 、 $U_R$ , 以及  $U_R$  与  $U_s$  之间的相位差  $\varphi_R$ 。

#### (3) RL 串联电路的频率特性测量

1) 将图 2-15-9 中的电容用电感  $L=10\text{mH}$ (直流电阻  $R_L\sim 65\Omega$ )代替,  $R=1000\Omega$ , 连接电路, 频率范围 (0.1-40)KHz。测量记录不同频率下的  $U$ 、 $U_R$ , 以及二者之间的相位差  $\varphi_R$ 。

2) 改变示波器的连线, 测量不同频率下的  $U$ 、 $U_L$ , 以及二者之间的相位差  $\varphi_L$ 。

### 三、注意事项

1. 参看附录信号源使用说明书, 掌握其调节方法。
2. 注意示波器双通道的正确接线。

### 四、报告要求

1. 画出 RC 串联电路的幅频特性曲线  $U_R/U$ 、 $U_C/U$ , 相频特性曲线  $\varphi_{Rf}$ 、 $\varphi_{Cf}$ , 作图法求出截止频率  $f_{U_R=U_C}$ , 并与理论值比较, 计算误差。

#### 2. RLC 串联电路数据处理:

(1) 画出 RLC 串联电路的幅频特性曲线  $U_R/U$ 、相频特性曲线  $\varphi_{Rf}$ , 作图法求谐振频率  $f_0$ , 计算品质因数 Q, 并与理论值比较, 计算相应的误差。

(2) 画出电阻 R 取值 270Ω、1000Ω, 相应的幅频特性曲线  $U_R/U$ , 与理论曲线比较, 做进一步分析得出结论。

#### 3. 拓展内容:

(1) 定性绘制半波整流电路输出波形。

(2) 做出 RLC 并联电路的幅频特性和相频特性曲线, 求出谐振频率  $f_p$ , 并与理论近似值  $f_p \cong \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  比较, 计算误差。

(3) 画出 RL 串联电路的幅频特性曲线  $U_R/U$ 、 $U_L/U$ , 相频特性曲线  $\varphi_{Rf}$ 、 $\varphi_{Lf}$ , 作图法求出截止频率  $f_0$ , 并与理论值比较, 计算误差。

### 五、讨论题

根据 RLC 串联电路的实验数据, 分析电感的损耗电阻对测量结果会有怎样的影响。