****

实验报告

课程名称： 电工与电子技术实验

实验 二 ： RLC串联谐振电路

实验日期： 2020 年 5 月 26 日

地点： 实验台号：

计算机 专业 班

学号：

姓名：

教师评语： 评分：

教师签字：

日 期：

一、实验目的

（1） 通过实验进一步理解 *RLC* 串联电路的频率特性；

（2） 了解串联谐振的现象，研究电路参数对串联谐振电路的影响；

（3） 理解串联谐振电路的选频特性及应用，掌握谐振曲线的测量方法；

（4） 熟练掌握LTspice XVII仿真软件的使用。

二、实验原理

1、串联谐振条件

在串联的正弦交流电路中，当电路的端口电压和端口电流在相位上相同时，称这种工作现象为谐振。串联电路图如图2-1所示。

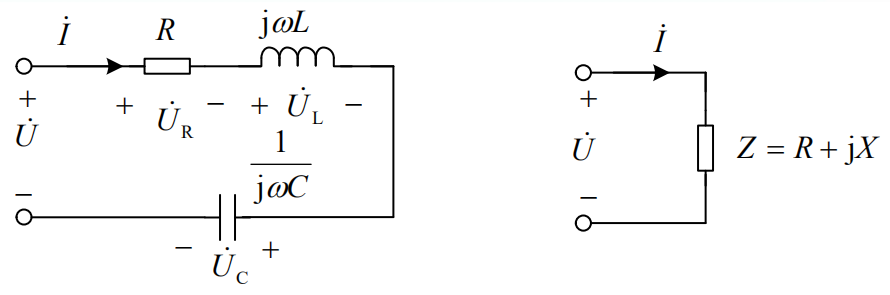


图2-1 *R、L、C*串联电路

在图2-1所示的串联电路中， 当外加角频率为的正弦电压时，电路中的电流为，即

其输入阻抗

当发生谐振时，上式中的虚部为0，则有

式（2-1）即为产生串联谐振的条件。可见，改变L、C或电源频率f都可以实现谐振。本次实验是通过改变外加电压的频率使电路达到谐振的。

2、串联谐振主要特征：

（1）谐振时电路的阻抗最小，而且是纯电阻性的，，和同相位。

（2）电路中的电流最大，即。

（3）谐振时有，电路的品质因数为

3、串联谐振曲线和相频特性曲线

串联电路中的电流与外加电压角频率 之间的关系称为电流的幅频特性图2-2为电流随频率变化曲线，即

为了便于比较，将上式中的电流及频率均以相对值 及 表示，则

图 2-3为及 的关系曲线，称为通用串联谐振曲线。可见谐振时电流的大小与 值无关，而在其他频率下，值越大，电流越小，串联谐振曲线的形状越尖锐，说明选择性越好。曲线中时，对应的频率（上限频率）和（下限频率）之间的宽度为通频带 ，。由图 2-2可见，值越大，通频带越窄，电路的选择性越好。

电路的阻抗角与频率的关系称为相频特性，特性曲线如图 2-4所示。

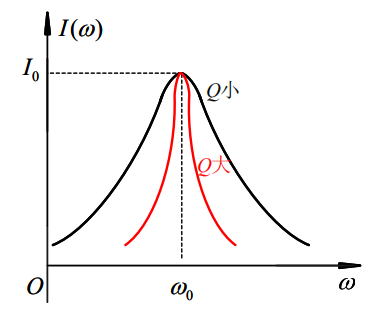
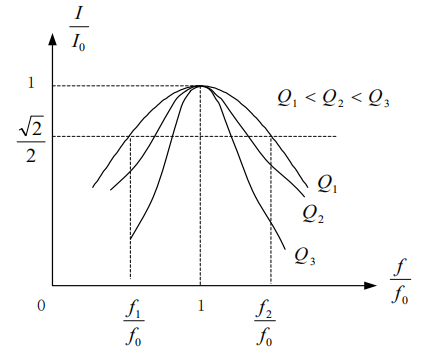
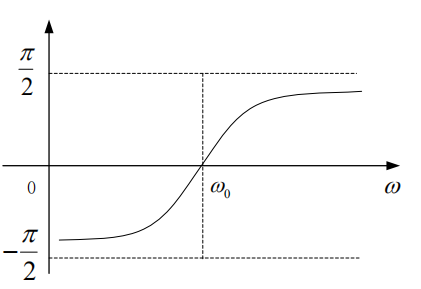
**

图2-2 电流随频率变化曲线 图 2-3 串联谐振曲线 图 2-4 相频特性曲线

三、实验过程与原始数据

1、验证串联谐振电路

按图 2-5接线，为 51Ω，为 10 ，为 0.022，输出电压保持在250。得到上的电压大小和相位关于频率变化的波形图，当的相位为0°时，电路达到谐振状态, 读取 。设定频率为 的电路，如图2-6所示，测量，记入表 2-1 中，

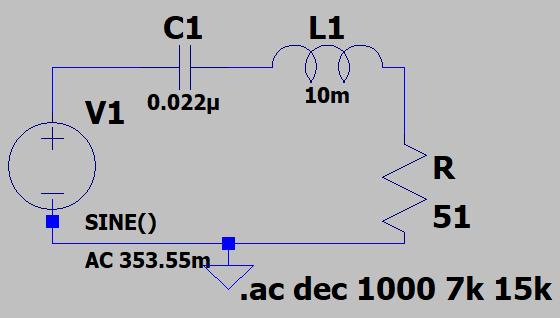
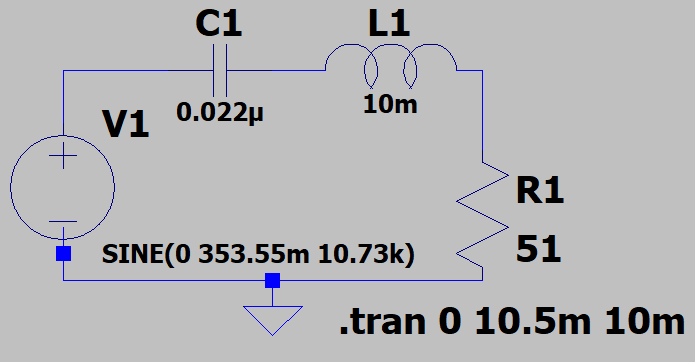
 

图2-5 串联谐振实验电路 图2-6 测量串联谐振电路参数

表2-1 串联谐振实验数据表格

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

2、测量串联谐振曲线

实验线路为图 2-6，输出电压调至 250，在谐振频率两侧调节电源的频率，分别测量各频率点的 值，记录于表 2-2（a）中（在谐振点附近要多测几组数据）。再将图 2-6 实验电路中的更换为100Ω、510Ω，重复上述测量过程，记录于表 2-2（b）、表2-2（c）中。然后整理数据，画出其谐振曲线。

表2-2（a）测量谐振曲线数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | | | | | | |
|  | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10.73 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|  | 1.78 | 3.65 | 8.17 | 15.35 | 31.54 | 52.47 | 242.9 | 194.3 | 77.88 | 34.14 | 22.48 | 17.03 | 13.8 |
|  | 0.034 | 0.07 | 0.16 | 0.30 | 0.62 | 1.03 | 4.76 | 3.81 | 1.53 | 0.67 | 0.44 | 0.33 | 0.27 |
|  | 0.007 | 0.014 | 0.03 | 0.06 | 0.13 | 0.22 | 1.00 | 0.80 | 0.32 | 0.14 | 0.09 | 0.07 | 0.03 |
|  | 0.09 | 0.19 | 0.37 | 0.56 | 0.75 | 0.84 | 1.00 | 1.02 | 1.12 | 1.30 | 1.49 | 1.68 | 1.86 |

表2-2（b）测量谐振曲线数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | | | | | |
|  | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10.73 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|  | 3.49 | 7.16 | 16.00 | 29.93 | 60.47 | 97.16 | 245.3 | 231.0 | 134.5 | 65.16 | 43.56 | 33.16 | 27.00 |
|  | 0.034 | 0.07 | 0.16 | 0.30 | 0.60 | 0.97 | 2.45 | 2.31 | 1.35 | 0.65 | 0.44 | 0.33 | 0.27 |
|  | 0.014 | 0.03 | 0.065 | 0.12 | 0.24 | 0.40 | 1.00 | 0.94 | 0.55 | 0.27 | 0.18 | 0.13 | 0.11 |
|  | 0.09 | 0.19 | 0.37 | 0.56 | 0.75 | 0.84 | 1.00 | 1.02 | 1.12 | 1.30 | 1.49 | 1.68 | 1.86 |

表2-2（c）测量谐振曲线数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | | | | | |
|  | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10.73 | 11 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
|  | 17.73 | 36.1 | 77.73 | 131.0 | 196.1 | 225.9 | 245.8 | 247.7 | 237.5 | 201.1 | 166.7 | 140.3 | 120.7 |
|  | 0.035 | 0.07 | 0.15 | 0.26 | 0.38 | 0.44 | 0.48 | 0.48 | 0.47 | 0.394 | 0.328 | 0.275 | 0.237 |
|  | 0.073 | 0.15 | 0.31 | 0.54 | 0.79 | 0.92 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.82 | 0.68 | 0.57 | 0.49 |
|  | 0.09 | 0.19 | 0.37 | 0.56 | 0.75 | 0.84 | 1.00 | 1.02 | 1.12 | 1.30 | 1.49 | 1.68 | 1.86 |

3、观察串联谐振电路和的波形

按图 2-6 接线，电路的输出频率为谐振频率，输出电压取250，*R*取510Ω。电路的总电压的波形与电路中电流的波形，屏幕上获得2个波形，将波形描绘下来。再在左右各取一个频率点，输出电压仍保持250不变，画出和的波形。

调节输出频率在左右缓慢变化，观察示波器屏幕上和波形的相位和幅度的变化，分别将其波形画入图 2-7(a)、图2-7(b)、图2-7 (c) 中，并分析其变化原因。

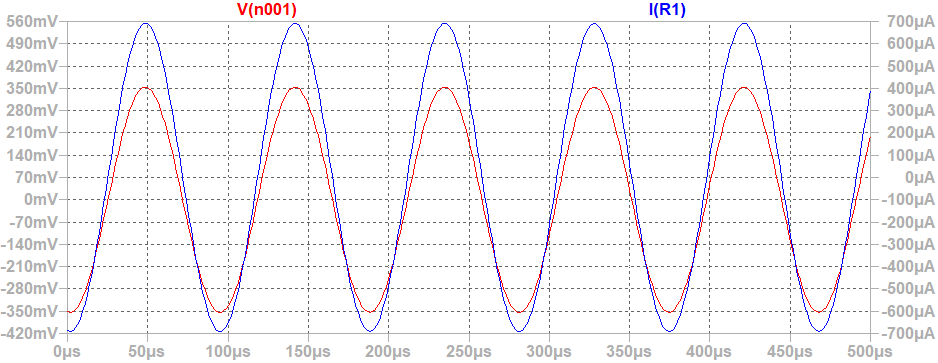


图2-7(a)

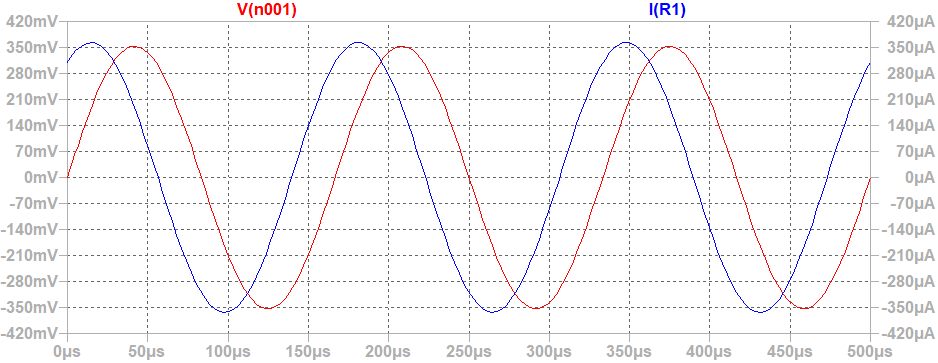


图2-7(b)

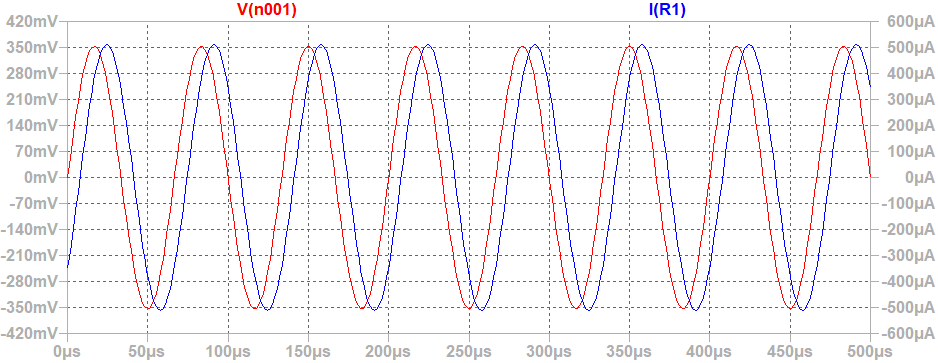


图2-7(c)

图2-7 不同频率下的电压与电流波形

四、实验结果及分析

1. 验证串联谐振电路的波形图

电压最大值时电路达到谐振状态，读取谐振频率。如图2-8。

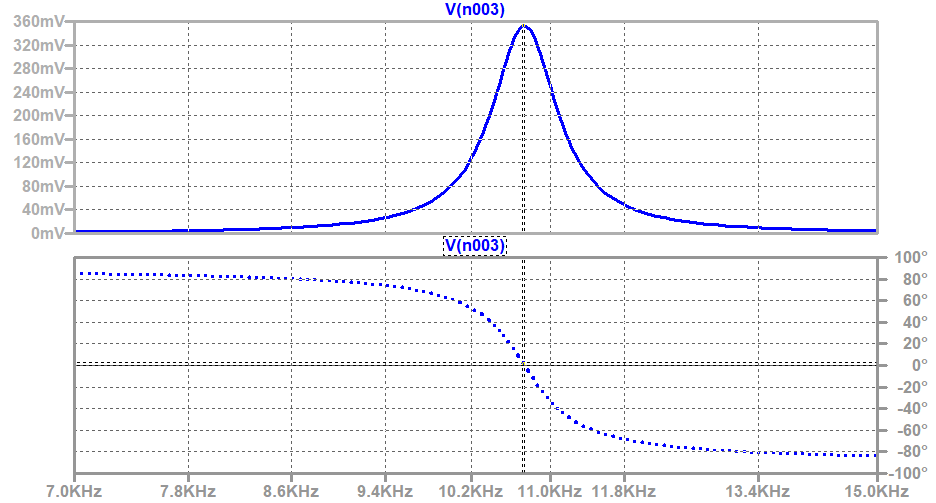


图2-8 找到串联谐振电路频率

1. 测量串联谐振曲线波形图

改变电阻时，观察不同频率下的串联谐振波形，得到电压与频率间的关系，如图2-9所示。根据数据得到的谐振曲线如图2-10所示。

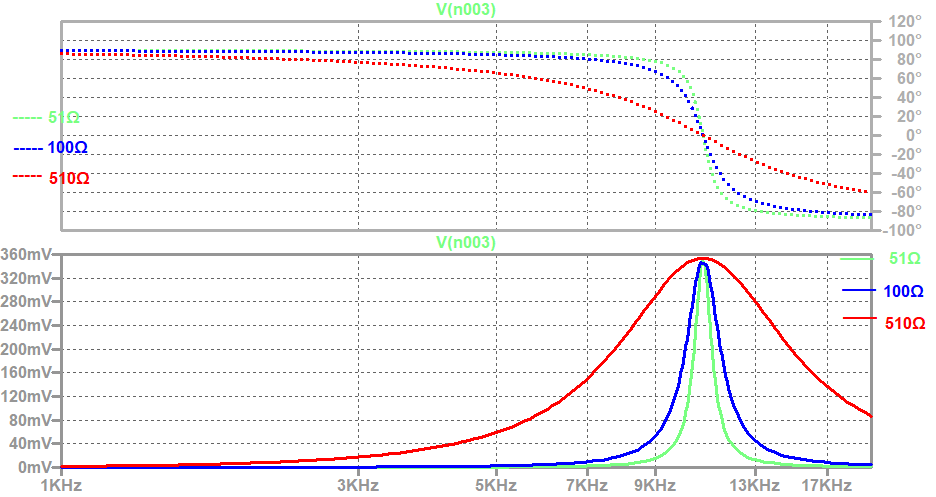


图2-9电阻变化下的谐振波形

图2-10 串联谐振曲线

1. 观察串联谐振电路和的波形

时，，电路发生谐振，电路呈阻性，电流和电压同相位。

时，，电路呈容性，电路中的电压滞后于电流。

时，，电路呈感性，电路中的电压超前于电流。

五、思考题

（1）以下几种方法可用来判断电路发生了串联谐振

①电路的端口电压和端口电流在相位上同相位。

②电路中电流达到最大值，或电阻上的电压达到最大值。

③电容两端电压和电感两端电压大小相等

六、实验体会与建议

电工与电子技术实验是是启发学生思维、培养学生动手能力的有力手段，有助于我们将抽象的概念、复杂的电路转化为动手的实践。通过第二次实验，我将课堂上所学的正弦交流电路中的串联谐振用到实际的仿真操作，巩固了已学的理论知识。

首先，课前的预习十分有必要。通过实验助教的视频讲解，辅以预习材料中详细的器材介绍，根据指导书明晰实验目的，回顾复习知识清楚实验原理，让我对实验的内容更加明确，对仿真软件LTspice的使用更加娴熟，这些都对我们顺利且高效地完成课上实验有非常大的帮助。

其次，在进行仿真操作时，要牢记注意事项，严谨地连接电路，实事求是地记录实验数据。当然，实验的过程中并非一帆风顺，接线错误、读数误差都会影响实验结果的准确性，我们要熟悉和掌握多种故障检查的方法，学会独立排除故障。通过实验，我更加深刻地认识到改变*L、C*或电源频率*f*都可以实现谐振，电路中的数值不影响谐振频率值，加深了对串联谐振电路条件和特点的认识。

最后，通过实验数据进行分析和处理，进一步对实验原理进行验证，完成课后总结与实验报告，这都是对我们电工知识的深化及巩固，培养了实验动手的能力，有助于我们养成严谨求实的科学作风。