课程编号 180045000169

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 大学物理实验（二）**

**实验名称： RLC电路谐振特性的研究**

**学 院： 计算机与软件学院**

**指导教师： 王光辉**

**报告人： 郭昌华 组号： 19**

**学号 2022190025 实验地点 致原楼210**

**实验时间： 2023 年 11 月 15 日**

**提交时间：**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1．研究交流电路的谐振现象，认识RLC电路的谐振特性/选频特性及应用；研究电路参数对串联谐振电路的影响  2．学习测绘RLC电路谐振曲线的方法 .  3. 测绘串联电路在R =100Ω 、R =200Ω谐振f – I曲线，获取谐振频率 |
| 二、实验原理   1. 共振：当驱动力的频率和系统的固有频率相等时，系统受迫振动的振幅最大。 2. 电路里的谐振：当电路激励频率等于固有频率时，电磁振荡的振幅达到峰值，或称“电流谐振”。 3. RLC电路的稳态特性   在RLC串联电路中，运用相量分析法，其电路方程可以写成  （1）  式中为电源电压相量，为电流相量，为电源的角频率．  （2）  称为RLC电路的复阻抗，而是复阻抗的模，简称为阻抗．  （3）RLC电路的相频特性  RLC电路如图13.3-5（a）所示．电路方程和复阻抗分别为  （3）  （4）  电压相量与电流相量的相位差为  （5）    RLC电路及相频特性曲线  由此式可以看出RLC电路有如下特点：  ①当时，，总电压与电流同相位，犹如电路中只有纯电阻元件，此时称电路发生了谐振，将此频率称为谐振频率，记作．  （6）  ②当时，，总电压超前于电流，电路呈电感性．随的增加而增加，当时，．  ③当时，，总电压落后于电流，电路呈电容性．随的减小而减小，当时，．  RLC电路的相频特性曲线如图13.3-5（b）所示．   1. RLC串联电路的谐振：   谐振是RLC电路中发生的一种特殊现象．谐振现象在无线电电子技术中获得广泛应用．谐振分串联谐振和并联谐振两种．  由式（3）和（4）可知，RLC串联电路中电流有效值为  （7）  在RLC串联电路中，如果保持电源电压恒定，而改变电源频率，当时，回路电流出现最大值，这种现象称为串联谐振．此时的电源频率称为谐振频率，且，．  串联谐振电路的特点是：  ①谐振时，回路阻抗为一纯电阻，而且取最小值．  ②谐振时，电流与总电压同相位．电容电压和电感电压大小相等，相位相反，．  ③谐振时，电流有极大值，且．当电源频率偏离谐振频率时，电流减小．偏离越大，电流越小．关系曲线如图13.3-6所示．  ④串联谐振电路的特性常用品质因数值来标志．它定义为回路的特性阻抗与回路电阻的比值，即  （8）  谐振时，电容或电感上的电压是电源电压的倍，即，通常因为，所以谐振时，和比大很多倍，故串联谐振又称为电压谐振．    关系曲线 RLC并联电路  （2）RL与C并联电路的谐振  电路结构如图RLC并联电路所示．电路方程为  （9）  用电压和电流的有效值来表示，上式可简化为  （10）  当时，电路发生谐振．设谐振频率为，则，引入值之后，上式化简为  （11）  式中，相当于RLC串联电路中的谐振频率，为电路的品质因数．式（11）说明，在并联电路中，其谐振频率不但与，有关，而且与电路中的电阻有关．在一般情况下，因此有．  并联谐振电路有以下特点：   * 1. 谐振时，电路电导最小并呈纯电导．当时，．   ②在回路电流保持恒定的情况下，谐振时总电压取最大值．当频率偏离谐振频率时，电压减小．偏离越大，电压越小，如图RLC并联电路U-f关系曲线所示．    RLC并联电路关系曲线  ③谐振时，品质因数近似等于支路电流与总电流之比，即．由于，因此并联谐振支路电流比总电流大很多，并联谐振也称为电流谐振．  电路：  电阻： （12）  电流（有效值，为峰值的0.707倍）： （13）  电流与电压的位相差为： （14）  当 *Z*有一极小值，*I* 有一极大值。  此时的圆频率称为谐振圆频率ω0 。 （15）   1. 谐振时：*I* 有一极大值 *UL 和 UC* 相等，相位相反 。 2. 定义：品质因素*Q*   RLC串联电路谐振时，电感上的电压UL=ω0LI和电容上的电压UC=IC/ω0大小相等，相位相反，总电压为U=RI，通常情况下，谐振电路的R比起容抗、感抗来说小得多，所以UL和UC比总电压大许多倍，这个倍数称为谐振电路的品质因数Q  （16）  *Q因子：共振时，系统储存能量和外界所提供能量的比值*  *一般Q*≥1，*UC*、*UL*≥*U*，故串联谐振常称为电压谐振  *Q越*大，带宽越小，谐振曲线越尖锐。  *Q* 越大，频率选择性越好，谐振峰越尖锐。  谐振时，两个支路的电流IC和IL大小几乎相等，相位差为π，且近似为总电流I的Q倍，即IC=IL=QI，Q一般都大于1，因而并联谐振也称为“电流谐振”。谐振时，因阻抗最大，在激励电流一定时，电压的有效值最大，和串联谐振电路一样，Q越大，并联谐振电路的选择性越好。 |
| **三、实验仪器：**  DH4503RLC电路实验仪  固玮数字示波器 |
| 四、实验内容：  RLC串联电路的谐振特性研究：  （1）共地问题.被测电压的元件必须和电源共地——测那个元件，就将其移至靠近信号负极一侧，即电路中电阻位置.  （2）分别取R0=100Ω和R0=200Ω测两条谐振曲线，分析电路中电阻不同会有哪些影响。  （3）测量谐振频率，分析谐振频率的测量值和理论值是否相等，若不相等，请分析原因。  （4）测量带宽：测出谐振曲线后，可由谐振曲线图求出带宽。  （5）测量品质因数Q，并分别用四种方法计算Q值，比较四种方法的计算结果是否相等，若不相等，分析原因。 |
| **五、数据记录：**  组号： 19 ；姓名 郭昌华  1、测定串联电路的谐振曲线  *C* =0.044 *L* =100   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *f* / Hz | R1=100Ω | | R2=200Ω | | *f* / Hz | R1=100Ω | | R2=200Ω | | | *u* / mV | *i* / mA | *u* / mV | *i* / mA | *u* / mV | *i* / mA | *u* / mV | *i* / mA | | 1606 | 83.3 | 0.833 | 163 | 0.815 | 2402 | 700 | 7 | 842 | 4.21 | | 1700 | 99.7 | 0.997 | 194 | 0.97 | 2450 | 575 | 5.75 | 779 | 3.895 | | 1802 | 123 | 1.23 | 241 | 1.205 | 2501 | 456 | 4.56 | 697 | 3.485 | | 1901 | 154 | 1.54 | 300 | 1.5 | 2551 | 373 | 3.73 | 617 | 3.085 | | 2000 | 197 | 1.97 | 373 | 1.865 | 2600 | 316 | 3.16 | 548 | 2.74 | | 2100 | 270 | 2.7 | 480 | 2.4 | 2702 | 237 | 2.37 | 437 | 2.185 | | 2150 | 322 | 3.22 | 551 | 2.755 | 2801 | 190 | 1.9 | 361 | 1.805 | | 2202 | 403 | 4.03 | 642 | 3.21 | 2900 | 157 | 1.57 | 305 | 1.525 | | 2250 | 507 | 5.07 | 732 | 3.66 | 3000 | 134 | 1.34 | 261 | 1.305 | | 2303 | 653 | 6.53 | 821 | 4.105 | 3100 | 117 | 1.17 | 228 | 1.14 | | 2351 | 745 | 7.45 | 862 | 4.31 | 3201 | 104 | 1.04 | 184 | 0.94 |   *R*1=100Ω时：  共振频率的理论值*f*0 = 2399Hz ；共振频率的测量值= 2362Hz ；*UR=* 750V  达到共振时： *UL= 11.3V UC= 11.2V*  0.707*UR* = 530.25mV f1= 2258Hz f2= 2470Hz U= 1V  *R*2=200Ω时：  共振频率的理论值*f*0 = 2399Hz ；共振频率的测量值= 2362Hz ；*UR=* 864V  达到共振时： *UL= 6.54V UC= 6.50V*  0.707*UR* = 610.85mV f1= 2184Hz f2= 2555Hz U= 1V |
| **六、数据处理**  1.根据表格中对应频率得到的电流画出曲线   1. 当R=100Ω时，测量得到的谐振频率= 2362Hz，   当R=200Ω时，测量得到的谐振频率= 2362Hz  根据公式  可得   1. 根据公式可得   当R=100Ω时，理论值，  当R=200Ω时，理论值  根据公式 可得  当R=100Ω时，测量值  当R=200Ω时，测量值值    根据公式可得  当R=100Ω时，测量值  当R=200Ω时，测量值   1. 计算测量Q值与理论值的相对偏差E     当R=100Ω时  当R=200Ω时 |
| **七、结果陈述：**  经过测量与理论计算我们可以得到  当R=100Ω时  使用公式可以得到  使用公式 , 可得  经过公式可得  并获得相对误差  当R=200Ω时  使用公式可以得到  使用公式 可得  经过公式可得  并获得相对误差,且获得了RLC串联电路谐振曲线，找到当频率等于2362Hz时，两条曲线电流都取得最大值7.5mA与4.32mA |
| **八、实验总结与思考题**  **实验总结：**  通过本次实验我们研究了RLC串联电路的幅频特性，找到了他的谐振频率，并掌握了计算和寻找谐振频率的方法并通过实验认识了RLC串联电路的谐振特性.在实验中要注意接地，不然得到的结果会存在误差。并且每次调节频率后需要需要稍等一段等待频率稳定。  **思考题:**  (1）可以用哪些实验方法判别电路处于谐振状态？  答:当输出电压Uo与输入电压Ui同相位时电路谐振;当电路中电流达到最大值时电路谐振;当电容两端电压和电感两端电压大小相等时（电容和电感的等效串联电阻可以忽略不计时）,电路谐振.  (2）实验中，当RLC串联电路发生谐振时，是否有为电阻上的电压.U为电源输出电压)和Uc = UL?若关系不成立,试分析其原因.  答：当RLC串联电路发生谐振时，没有URo =U，从测量结果看，电阻上的电压比输出电压小，因为还要考虑导线以及电源内阻的分压影响。而Uc也没有等于UL，它们两者相近。这是因为没有达到完全谐振。  (3)研究RLC串联电路谐振时，L值、C值和R 值的选择会影响什么？实验中L值、C值和R值的选择应注意什么问题？  答： L值，C值的选择会影响谐振频率和品质因数，而R值的选择也会影响品质因数。注意选取合适的参数大小。使谐振频率满足实验要求。  (4)在交流电路中测电压应该注意什么问题?  答:主要有两点,一是在不知道具体电压时要把电压表先至于高档位再逐步降低，以免损坏电压表 二是测量的交流电压是有效值，不是最大值。 |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （40分） | 数据处理与结果陈述30分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 原始数据记录表：  实验名称: RLC电路谐振特性的研究 组号 19 姓名 郭昌华  相关参数: *C* = *L* =   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *f* / Hz | R1=100Ω | | R2=200Ω | | *f* / Hz | R1=100Ω | | R2=200Ω | | | *u* / mV | *i* / mA | *u* / mV | *i* / mA | *u* / mV | *i* / mA | *u* / mV | *i* / mA | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   表-电路谐振特性研究原始数据记录表 |