课程编号 1800450033

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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： 电子与信息工程学院**

**指导教师： 牛芳芳**

**报告人： 彭浩洋 组号： 11**

**学号 2019282025 实验地点 致原楼210**

**实验时间： 2020 年 11 月 17 日**

**提交时间： 2020年11月24日**

|  |
| --- |
| 1. 实验目的   （1）初步认识RLC电路的谐振特性，并学习RLC电路谐振曲线、谐振频率、通频带、品质因素的测试方法。  （2）交流电路和直流电路中测电压的方法存在显著的不同，在实验中注意学习交流电路中测电压的方法。 |
| 1. 实验原理   RLC谐振电路分串联谐振（也叫电压谐振）和并联谐振（也叫电流谐振）   1. 扫描全能王 2020-11-08 22.09RLC串联谐振 2. 串联谐振现象及谐振频率   图示是一个RLC串联谐振电路，其交流电压U与交流电流I（均为有效值）的关系为    电压与电流的位相差为    其中：，称为交流电路的阻抗；L是电感的自感系数；C是电容器的容值；R是电路中的电阻；是交流电路的圆频率；U是交流电源的输出电压的有效值。   1. 、I都是电流圆频率的函数，当-时，电压和电流间的位相差为0,即，此时电路中阻抗Z达到极小，电流I达到最大值Imax，整个电路呈现纯电阻性，这种现象叫谐振现象，发生谐振的圆频率叫谐振圆频率，的大小为   ，  谐振频率为 ƒ=  保持电压U不变，I-ƒ曲线称为RLC串联谐振曲线，如图  扫描全能王 2020-11-09 11.15   1. 品质因数Q及带宽   RLC串联电路谐振时，电感上的电压UL =和电容上的电压UC=大小相等，相位相反，总电压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U大许多倍，这个倍数称为谐振电路的品质因数Q，即    因为Q一般都大于1,所以串联谐振也叫电压谐振。 Q除了反映电路的电压分配之外，也反映电路存储能量的效率。RLC串联电路谐振时，能量在电容和电感之间来回振荡，在振荡过程中能量有一部分变成焦耳热消耗在电阻上，为了维持振荡，外电路就要不断输入能量。电阻越小，Q值越大，存储能量的效率越高。  Q值也决定了电路的频率选择性能。为了定量描述频率选择性能，把在谐振峰两边的 ＝Imax/处对应频率之间的宽度Δƒ=ƒ2-ƒ1称为通频带宽度，简称带宽，如图示。Q值越大，谐振峰越高，带宽越窄，电路的频率选择性越强。Q值和带宽的关系为    扫描全能王 2020-11-09 12.06   1. RLC并联谐振   图所示是一个RLC并联谐振电路，其等效阻抗Z和位相差分别为  扫描全能王 2020-11-09 12.09  并联电路的总电流I和等效阻抗Z的频率特性与串联相反，在某一频率下，阻抗有极大值，电流有极小值。  扫描全能王 2020-11-09 12.06  在某一特定频率下，电流和电压同相，即=0，整个电路呈纯电阻性，通常说电路达到谐振，并联谐振圆频率为  其中为RLC串联时的谐振圆频率，Q为并联谐振的品质因素，其表达式为    当Q》1时，有  可以看出，只有当>0，才是实数，才有可能通过调频电使电路达到谐振。 |
| 三、实验仪器：  DH4503型RLC实验仪，MVT—172D型交流数字毫伏表，导线若干。 |
| 扫描全能王 2020-11-09 12.31**四、实验内容：**   1. RLC串联电路的谐振特性研究   具体要求： （1)分别取R.=100Ω和R.=200Ω测两条谐振曲线，分析电路中电阻不同会有哪些 影响。 （2)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。 （3)测量带宽：测出谐振曲线后，可由谐振曲线图求出带宽。 （4)测量品质因数Q,并分别用三种方法计算Q值，比较三种方法的计算结果是否相 等，若不等，分析原因。  方法1：  方法 2：其中R=R0+RL  方法3 ：  操作提示： (1)测绘谐振曲线时应保持信号源的输出电压不变。信号源输出电压为2V以下，为便于计算，推荐值为1V.电源的频率f可由RLC实验仪的频率计直接读出，电路电流由I=UR0/R0算出。用交流毫伏表的两个通道分别测信号源电压U和电阻R.的电压时须注意毫伏表两通道的地线是相通的，接入电路时应在同一点上（共地），否则会造成短路。测量电路可参照图  (2)选合适的L值、C值和R值，推荐值为L=100mH,C=4.4x10-8F. (3)测量点的选择。先计算出谐振频率f.的理论值，再从fo-1000(Hz)到fo-1000(Hz),相隔一定频率间隔测一次电压值，在谐振频率f.附近应缩短步长多测几个点 (4)当UR.达到最大时对应的电源频率就是谐振频率，请记录这一点的坐（fo,URomax).作图时应注意，这一点对应谐振曲线的峰值点。 (5)品质因数Q的测量方法。达到谐振时，测量电路中L、C上的电压UL和Uc,可计算出Q。 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 五、数据记录：  组号： 11 ；姓名 彭浩洋  已知实验中将交流电源的幅度固定为 1V，电感 L= 0.1H，电容 C = 4.4\*10-8 F。  1.测定串联电路的谐振频率曲线：  表1 各频率下不同的电阻R的电压电流测试记录表   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 组数 | f/Hz | Ro=100Ω | | Ro=200Ω | | | u1/mV | i1/mA | u2/mV | i2/mA | | 1 | 1600 | 81.5 | 0.815 | 168 | 0.840 | | 2 | 1700 | 97.3 | 0.973 | 202 | 1.010 | | 3 | 1800 | 120 | 1.200 | 243 | 1.215 | | 4 | 1900 | 151 | 1.510 | 293 | 1.465 | | 5 | 2000 | 192 | 1.920 | 362 | 1.810 | | 6 | 2050 | 221 | 2.210 | 405 | 2.025 | | 7 | 2100 | 260 | 2.600 | 461 | 2.305 | | 8 | 2150 | 313 | 3.130 | 529 | 2.645 | | 9 | 2200 | 400 | 4.000 | 621 | 3.105 | | 10 | 2250 | 516 | 5.160 | 718 | 3.590 | | 11 | 2300 | 676 | 6.760 | 805 | 4.025 | | 12 | 2350 | 757 | 7.570 | 866 | 4.330 | | 13 | 2400 | 732 | 7.320 | 859 | 4.295 | | 14 | 2450 | 605 | 6.050 | 803 | 4.015 | | 15 | 2500 | 483 | 4.830 | 726 | 3.630 | | 16 | 2550 | 395 | 3.950 | 651 | 3.255 | | 17 | 2600 | 340 | 3.400 | 570 | 2.850 | | 18 | 2650 | 290 | 2.900 | 518 | 2.590 | | 19 | 2700 | 254 | 2.540 | 459 | 2.295 | | 20 | 2750 | 225 | 2.250 | 419 | 2.095 | | 21 | 2800 | 202 | 2.020 | 378 | 1.890 | | 22 | 2900 | 166 | 1.660 | 320 | 1.600 | | 23 | 3000 | 140 | 1.400 | 273 | 1.365 | | 24 | 3100 | 120 | 1.200 | 240 | 1.200 |   2.测共振频率以及共振时的电阻电压、电感电压、电容电压，以及通频带宽上下限、。  表2 不同电阻下的共振频率以及此时电阻电压、电感电压、电容电压和通频带宽上下限记录表   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  |  |  |  | | 100 | 2362 | 778 | 11.4 | 11.5 | 2266 | 2472 | | 200 | 2378 | 880 | 6.52 | 6.58 | 2200 | 2572 | |
| 六、数据处理：  1. 作出串联电路的谐振曲线。  2.谐振频率的理论值：  而在Ro=100Ω时测量值为2362Hz，Ro=200Ω时测量值为2378Hz，相对误差分别为1.5%和0.9%左右。  3.用三种方法计算品质因数：  Ro=100Ω时，  Ro=200Ω时，  用、得到的Q与理论值接近，而图中读取的得到的Q比理论值偏小不少。 |
| 七、结果陈述：  1. 在图1中可见，谐振曲线像一座峰，中间高，两边低。Q越大，通频带宽越小，谐振曲线越尖锐，频率的选择性更好。  2.谐振频率的理论值为2399Hz，与实验中测得的相比，相对误差较小，实验结果较准确。  3.用、测出的Q与理论值接近，结果可靠，而用得到的Q比理论值偏小，误差较大，可靠性稍显不足。 |
| 八、实验总结与思考题：  1.实验总结  （1）实验中，要正确连接电路，再打开电源。示波器的黑线要接电源负端，代表接地。  （2）实验前，要计算好各理论值，如谐振频率，这样可以在做实验的时候，更快的测到谐振频率实际值。  （3）实验时要会调节示波器垂直量程，以显示出电压值。  （4）由于实验室条件有限，电源的频率会有小幅度跳动，示波器测得的频率也会有一定的跳动，且因测量精度问题，可能使得得到的测量值会比理论值偏差较多。  （5）实验结束后，要顺手断开电源、拔出导线并归位。  2.思考题  （1）为什么串联谐振叫做电压谐振？为什么并联谐振成为电流谐振？  答：串联谐振电路发生谐振时，电流与电压同相位，电流达到最大，电容器和电感上的电压分别等于外加电压的Q倍，且两个元件电压大小相同方向相反，所以串联谐振又称电压谐振。而并联谐振电路发生谐振时，电流与电压同相位时，干路电流达到最小值，电压达到最大值，电容和电感上的电流大小几乎相等，相位差为π，都近似为总电流的Q倍，所以并联谐振又叫电流谐振。  （2）可以通过哪些方法判断电路是否处于谐振状态？  答：如果电感和电容的电压之和为0，或者电感和电容的电压都为外加电压的Q倍，则为串联谐振。如果电感和电容上的电流之和为0，或者电感和电容的电流都为总电流的Q倍，则为并联谐振。 |

|  |
| --- |
| 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  20分 | 结果陈述实验总结10分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  |  | |