

交流谐振电路

姓名：王昱

学号：PB21030814

• 实验数据处理

①RLC串联电路的谐振频率

n	1	2	3	4	5
f_0/kHz	4.940	4.938	4.939	4.940	4.941

由此算得 $f_0 = 4.940kHz$

②RLC串联谐振电路的幅频特性曲线

$R = 400\Omega$ $V_{ipp} = 1.80V$ 时的数据：

f/kHz	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800
V_{Rpp}/V	0.14	0.15	0.17	0.20	0.24
f/kHz	4.000	4.200	4.400	4.600	4.800
V_{Rpp}/V	0.29	0.36	0.48	0.72	1.25
f/kHz	4.850	4.900	4.920	4.940	4.960
V_{Rpp}/V	1.43	1.58	1.60	1.61	1.60
f/kHz	4.980	5.000	5.050	5.100	5.300

f/kHz	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800
V_{Rpp}/V	1.56	1.50	1.38	1.20	0.76
f/kHz	5.500	5.700	5.900	6.100	6.300
V_{Rpp}/V	0.54	0.44	0.34	0.28	0.26
f/kHz	6.500	6.700	7.000		
V_{Rpp}/V	0.22	0.20	0.18		

$R = 600\Omega$ $V_{ipp} = 1.80V$ 时的数据:

f/kHz	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800
V_{Rpp}/V	0.19	0.21	0.24	0.29	0.34
f/kHz	4.000	4.200	4.400	4.600	4.800
V_{Rpp}/V	0.41	0.52	0.68	1.00	1.50
f/kHz	4.850	4.900	4.920	4.940	4.960
V_{Rpp}/V	1.60	1.68	1.72	1.74	1.72
f/kHz	4.980	5.000	5.050	5.100	5.300
V_{Rpp}/V	1.70	1.67	1.60	1.50	1.10
f/kHz	5.500	5.700	5.900	6.100	6.300
V_{Rpp}/V	0.80	0.60	0.48	0.42	0.36
f/kHz	6.500	6.700	7.000		

f/kHz	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800
V_{Rpp}/V	0.32	0.30	0.26		

算得 $R = 400\Omega$ 时 I 随频率的变化：

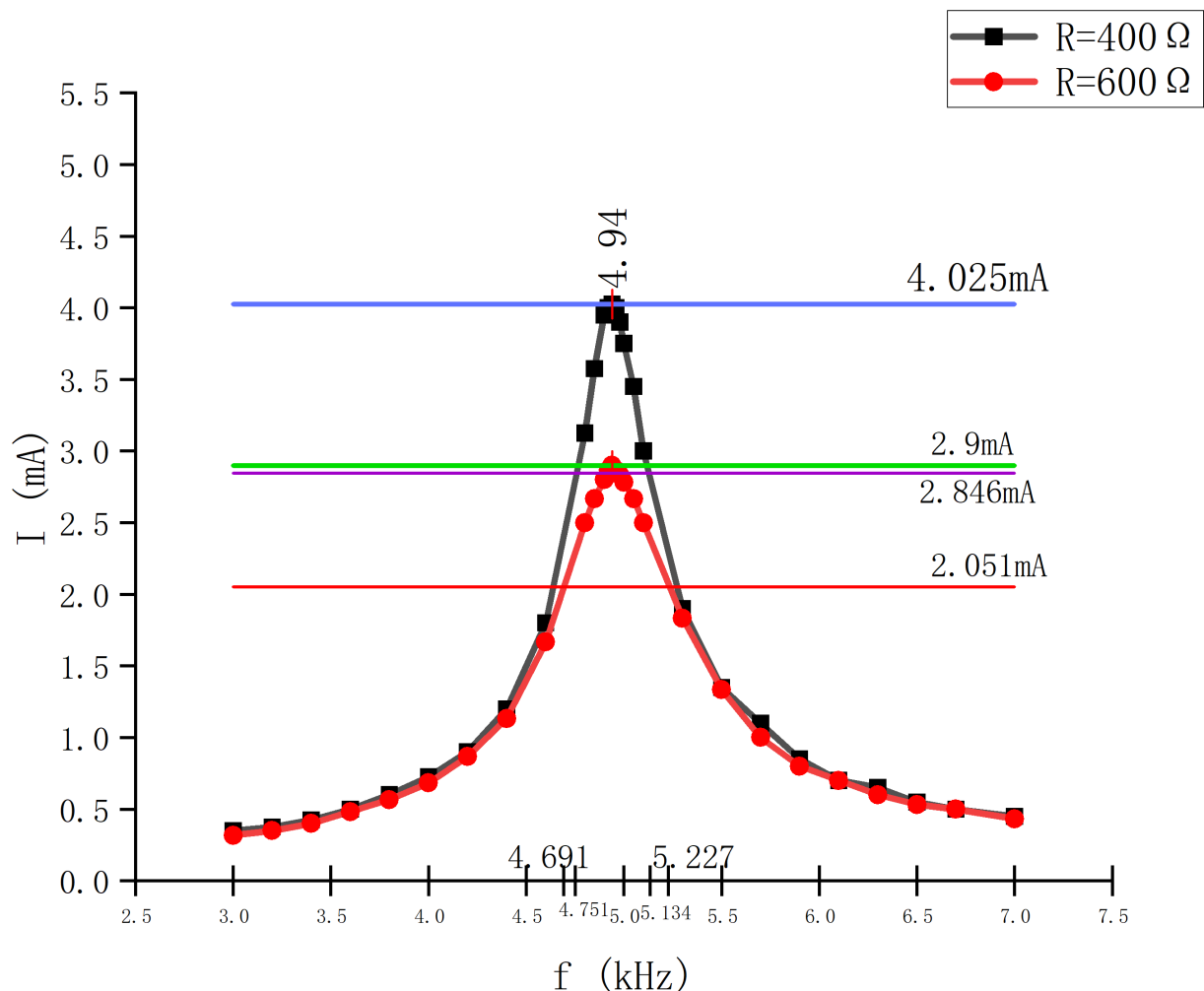
f/kHz	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800
I/mA	0.35	0.375	0.425	0.5	0.6
f/kHz	4.000	4.200	4.400	4.600	4.800
I/mA	0.725	0.9	1.2	1.8	3.125
f/kHz	4.850	4.900	4.920	4.940	4.960
I/mA	3.575	3.95	4	4.025	4
f/kHz	4.980	5.000	5.050	5.100	5.300
I/mA	3.9	3.75	3.45	3	1.9
f/kHz	5.500	5.700	5.900	6.100	6.300
I/mA	1.35	1.1	0.85	0.7	0.65
f/kHz	6.500	6.700	7.000		
I/mA	0.55	0.5	0.45		

算得 $R = 600\Omega$ 时 I 随频率的变化：

f/kHz	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800
I/mA	0.317	0.35	0.4	0.483	0.567

f/kHz	3. 000	3. 200	3. 400	3. 600	3. 800
f/kHz	4. 000	4. 200	4. 400	4. 600	4. 800
I/mA	0.683	0.867	1.133	1.667	2.5
f/kHz	4. 850	4. 900	4. 920	4. 940	4. 960
I/mA	2.667	2.8	2.867	2.9	2.867
f/kHz	4. 980	5. 000	5. 050	5. 100	5. 300
I/mA	2.833	2.783	2.667	2.5	1.833
f/kHz	5. 500	5. 700	5. 900	6. 100	6. 300
I/mA	1.333	1	0.8	0.7	0.6
f/kHz	6. 500	6. 700	7. 000		
I/mA	0.533	0.5	0.433		

利用ORIGIN作图如下



$R = 400\Omega$ 时, $I_{max} = 4.025mA$, $I = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 2.846mA$ 。

在曲线上作出 $I = 2.846mA$ 直线之后读取横坐标为

$4.751kHz$ 、 $5.134kHz$ 。

则通频带宽度 $\Delta f = (5.134 - 4.751)kHz = 383Hz$

从图中读取到谐振频率 $f_0 = 4.94kHz$, 而理论值 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times \sqrt{0.2 \times 5 \times 10^{-9}}} = 5035Hz$ 。

由此得到相对误差 $\left| \frac{5.035 - 4.94}{5.035} \right| \times 100\% = 1.89\%$

$R = 600\Omega$ 时, $I_{max} = 2.9mA$, $I = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 2.051mA$ 。

在曲线上作出 $I = 2.051mA$ 直线之后读取横坐标为

$4.691kHz$ 、 $5.227kHz$

则通频带宽度 $\Delta f = (5.227 - 4.691)kHz = 536Hz$

从图中读取到谐振频率 $f_0 = 4.94kHz$, 而理论值 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times \sqrt{0.2 \times 5 \times 10^{-9}}} = 5035Hz$ 。

由此得到相对误差 $\left| \frac{5.035 - 4.94}{5.035} \right| \times 100\% = 1.89\%$

③测量谐振状态时 V_{cpp} 、 V_{Lpp} 的值

$R = 400\Omega$, $V_{Rppmax} = 1.61V$, $V_{ipp} = 1.80V$ 得到 $V_{cpp} = 21.0V$, $V_{Lpp} = 22.0V$

$R = 600\Omega$, $V_{Rppmax} = 1.74V$, $V_{ipp} = 1.80V$ 得到 $V_{cpp} = 16.4V$, $V_{Lpp} = 16.5V$

④计算Q值

$R = 400\Omega$ 时

$$Q_1 = \frac{\omega_0 L}{R + R_L} = \frac{2\pi \times 4940 \times 0.2}{400 + 80} = 12.93$$

$$Q_2 = \frac{1}{\omega_0 (R + R_L) C} = \frac{1}{2\pi \times 4940 \times (400 + 80) \times 5 \times 10^{-9}} = 13.42$$

$$Q_3 = \frac{V_L}{V_i} = \frac{22}{1.80} = 12.22$$

$$Q_4 = \frac{V_C}{V_i} = \frac{21}{1.8} = 11.67$$

$$Q_5 = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{4940}{383} = 12.90$$

$$Q_6 = \frac{1}{R + R_L} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{400 + 80} \sqrt{\frac{0.2}{5 \times 10^{-9}}} = 13.18$$

i	1	2	3	4	5	6
Q_i	12.93	13.42	12.22	11.67	12.90	13.18

$R = 600\Omega$ 时

$$Q_1 = \frac{\omega_0 L}{R + R_L} = \frac{2\pi \times 4940 \times 0.2}{600 + 80} = 9.13$$

$$Q_2 = \frac{1}{\omega_0 (R + R_L) C} = \frac{1}{2\pi \times 4940 \times (600 + 80) \times 5 \times 10^{-9}} = 9.48$$

$$Q_3 = \frac{V_L}{V_i} = \frac{16.5}{1.80} = 9.17$$

$$Q_4 = \frac{V_C}{V_i} = \frac{16.4}{1.80} = 9.11$$

$$Q_5 = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{4940}{536} = 9.22$$

$$Q_6 = \frac{1}{R + R_L} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{600 + 80} \sqrt{\frac{0.2}{5 \times 10^{-9}}} = 9.30$$

i	1	2	3	4	5	6
Q_i	9.13	9.48	9.17	9.11	9.22	9.30

- 分析可得到如下结论：

① Q 表征了电路的储能效率，谐振时当 L 、 C 相等时，电阻大的电路 Q 低

② Q 表征了电路的选频特性， R 小的电路 I 的峰值较大，通带窄，选频特性好

- 误差分析

① 测得的谐振频率比理论值低的原因：电路中存在分布电容、分布电感。电阻器接入电路的阻值均依靠密绕线圈实现，而密绕线圈在通交流电时会体现出明显的电感阻抗；同时，连接信号源及

示波器的同轴线缆也会在交变电路中体现出电容特性。

②品质系数 Q 的不同结果： $Q = \frac{\omega_0 L}{R+R_L}$ 得到的结果是较为准确的，可信度高

③示波器的测量精度不高，估读误差较大，导致实验数据误差较大