

实验五 RLC 交流电路测量

一. 实验目的

1. 熟悉测量 RLC 元器件的交流电压、电流。
2. 熟悉测量 RLC 串联和并联交流电路的电压、电流。

二. 实验仪器和器材

1. 实验仪器 直流稳压电源型号：IT6302
台式多用表型号：UT805A 信号发生器型
号：DG1022U 数字示波器型号：DSO-X
2012A(DPO 2012B)
2. 实验（箱）器材
电路实验箱
元器件：电阻（10Ω、1k）；电容（0.1）；电感（10mH）
3. 实验预习的虚拟实验平台
NI Multisim

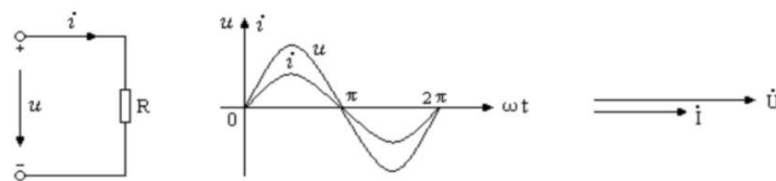
三. 实验内容

1. 分别观测电阻 R、电感 L、电容 C 正弦交流响应，测量电压与电流波形、幅值、频率、相位差 ϕ 。分析：比较直流交流响应的特点；元器件的阻抗与交流频率的关系，不同元器件的阻抗及阻抗角。
2. 测量 R L C 并联和串联交流电路的电压与电流波形、幅值、相位差 ϕ 。分析：交流线性电路的电压电流及阻抗关系与直流电路相同，只是这些参数应用向量表示，电压（电流）之和是矢量之和。
3. （选）测量计算功率因数 $\cos \phi$ ，分析：功率因数的意义及测量方法。

四. 实验原理

1. 电阻元件 R

线性电阻元件 R 中的电流 i 与其两端的电压 u 关系：



正弦稳态激励信号：

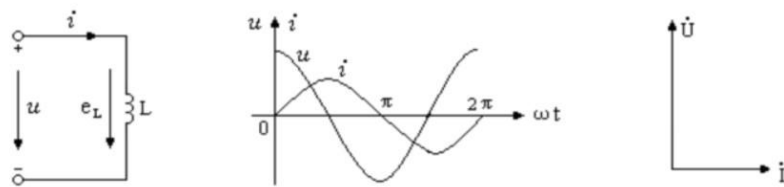
$$u = U_m \sin \omega t$$

$$i = \frac{U_m}{R} \sin \omega t$$

$$\dot{i} = \frac{\dot{U}}{R}$$

2. 电感元件 L

电感线圈电路中通过的电流 i 与其两端的电压 u 关系：

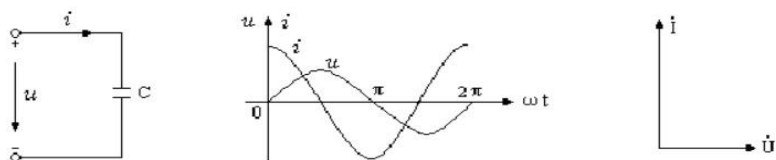


$$u = U_m \sin \omega t$$

$$i = \frac{U_m}{X_L} \sin(\omega t - 90^\circ) \quad X_L = \omega L \quad \varphi_L = -90^\circ$$

$$\dot{i} = \frac{\dot{U}}{X_L} \quad \dot{X}_L = j\omega L$$

3. 电容元件 C 电容器电路中的电流 i 与其两端的电压 u 关系：

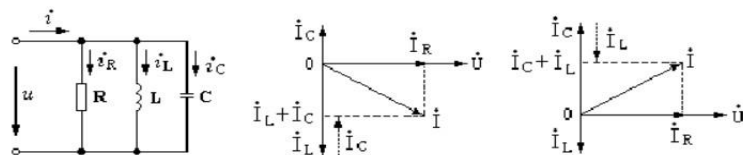


$$u = U_m \sin \omega t$$

$$i = \frac{U_m}{X_C} \sin(\omega t + 90^\circ) \quad X_C = \frac{U_m}{\omega C} \quad \varphi_C = 90^\circ$$

$$\dot{i} = \frac{\dot{U}}{X_C} \quad \dot{X}_C = \frac{1}{j\omega C}$$

4. RLC 并联交流电路 电路中通过的电流 i 与其两端的电压 u 关系：

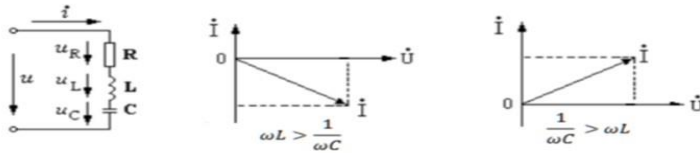


$$u = U_m \sin \omega t$$

$$i = \frac{U_m}{X_Z} \sin(\omega t + \varphi) \quad X_Z = \frac{1}{\sqrt{(\frac{1}{R})^2 + (\omega C - \frac{1}{\omega L})^2}} \quad \varphi = \operatorname{tg}^{-1} \frac{\omega C - \frac{1}{\omega L}}{R}$$

$$\dot{i} = \frac{\dot{U}}{X_Z} \quad \dot{X}_Z = \frac{1}{\frac{1}{R} + j\omega C - j\frac{1}{\omega L}}$$

5. RLC 串联交流电路 电路中通过的电流 i 与其两端的电压 u 关系：



$$u = U_m \sin \omega t$$

$$i = \frac{U_m}{X_Z} \sin(\omega t + \varphi) \quad X_Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad \varphi = \arctan \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

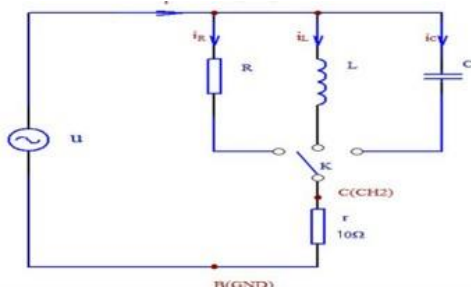
$$\dot{i} = \frac{\dot{U}}{X_Z} \quad X_Z = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

五. 实验过程及实验数据

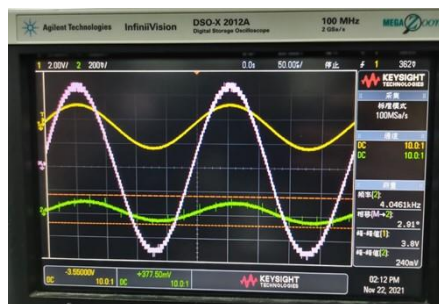
1. 测量电阻电感电容交流响应

将信号发生器输出的正弦信号接至电路，作为激励源 u ，在正弦稳态信号、 $u(5V$ 或 $3V$ $4kHz)$ 激励下，分别测量 $R(470\Omega$ 或 $1k)$ 、 $L(10mH)$ 、 $C(0.1\mu F)$ 元件端电压与电流波形及参数:峰峰值 $U_{p-p}(U_{r-p-p})$ ，频率 $f(Hz)$ 和相位差。同时改变信号频率，观测波形及参数的变化($r(10\Omega)$ 是提供测量回路电流用的取样电阻，电流测量值 $i=u/r$)。

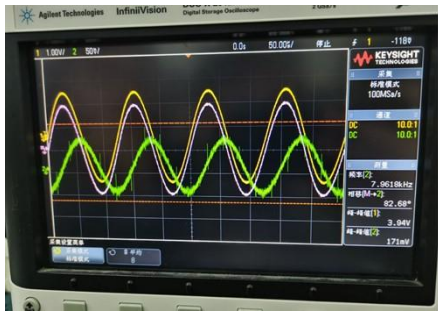
电路图如下：



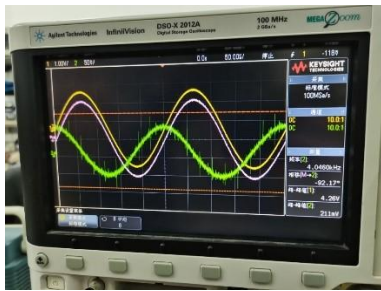
电阻测量：



电压与电流相位与电压源相同，阻值越大，电流越小，电流与频率无关电容测量：



电流超前端电压 90° ，电容越大电流越大，频率越大电流越大电感测量：

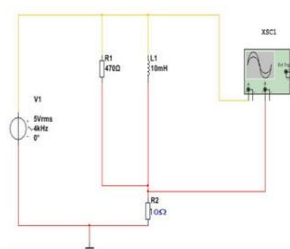


电流落后输入电压 90° ，电感值越大，电流越小，频率越大，电流越小

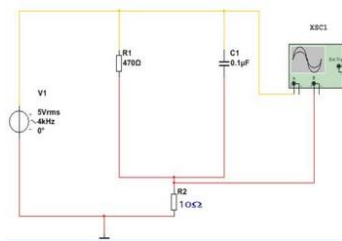
2. RLC 并联电路测量将元件 R、L 并联相接，测量电压与电流的波形及参数:Urp-p,相位差。

将元件 R、C 并联相接，测量电压和电流的波形及参数，Urp-p 相位差。将元件 R、L、C 并联相接，测量电压和电流的波形参数:urp-p 相位差。

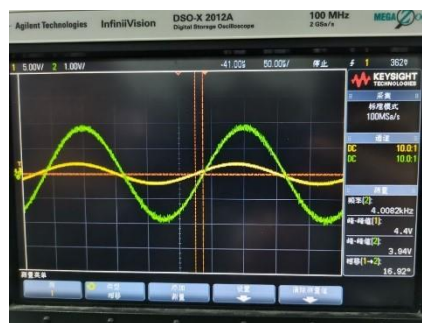
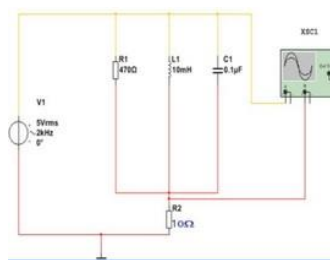
RL 并联：



RC 并联



RLC 并联：



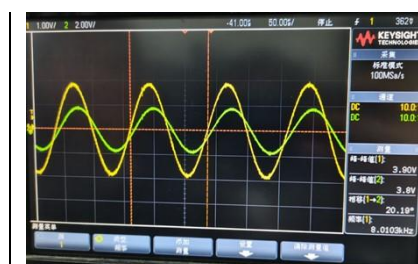
3. RLC 串联电路测量

将元件 RC 串联相接，测量电压和电流的波形及参数： $i=U_r/r$, 相位差。记录 4kHz 的参数。

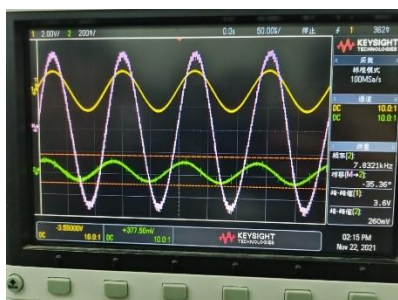
将元件 RL 串联相接，测量电压和电流的波形及参数： $i=U_r/r$, 相位差。记录 4kHz 的参数。

将元件 RLC 串联相接，测量电压和电流的波形及参数： $i=U_r/r$, 相位差。记录 4kHz 的参数。

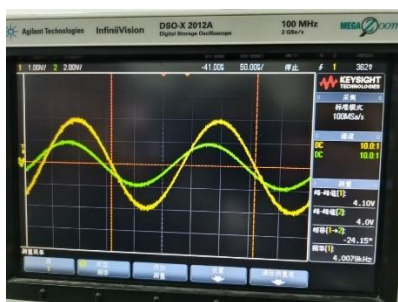
RL 串联：



RC 串联：



RLC 串联：



实验数据记录：

并联	波形		U改变不改变f		u	I		Φ		阻抗
	u波形	i(ur波形)	I的变化	Φ 的变化	测量值	计算值	测量值	计算值	测量值	测量值
R	正弦波	正弦波	不变	不变	4.3785V	9.20mA	9.217mA	0.15	0.2	465
L	正弦波	正弦波	负相关	负相关	4.5210V	16.98mA	17.102mA	60	54	266
C	正弦波	正弦波	正相关	正相关	4.798V	12.69	12.72	-80	-76	376
RL	正弦波	正弦波	负相关	负相关	4.146	17.74	17.72	40	42	164
RC	正弦波	正弦波	正相关	正相关	4.321	14.79	14.82	-45	-39	204
RLC	正弦波	正弦波	正相关	负相关	3.901	34.69	34.64	16	14.5	115

串联	波形		U改变不改变f		u	I		Φ		阻抗
	u波形	i(ur波形)	I的变化	Φ 的变化	测量值	计算值	测量值	计算值	测量值	测量值
R	正弦波	正弦波	不变	不变	4.4005	9.426	9.41	0.17	0.18	465
L	正弦波	正弦波	负相关	负相关	4.5319	17.126	17.119	80	69	266
C	正弦波	正弦波	正相关	正相关	4.876	12.74	12.73	-80	-74	376
RL	正弦波	正弦波	负相关	负相关	4.5198	7.6	7.58	27	25.4	517
RC	正弦波	正弦波	正相关	正相关	4.429	9.32	9.33	-35	-34.2	834
RLC	正弦波	正弦波	负相关	正相关	4.517	7.78	7.64	-15	-14.4	1097

六. 分析与总结

实验总结

- 1.通过实验了解了 RLC 交流电路的特性，响应特点，波形，相位差等的分析，串并联电路下 RC，RL，RLC 电路电压与电流的关系
- 2.进一步熟悉了示波器的使用和测量方法