

## 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

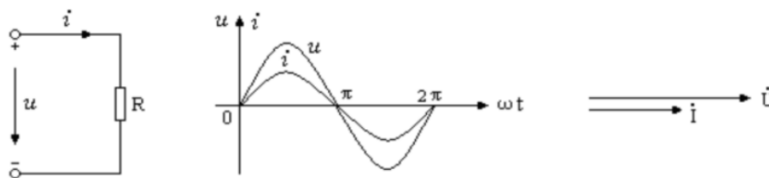
### 三. 实验内容

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  $\phi$ 。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  $\phi$ 。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：

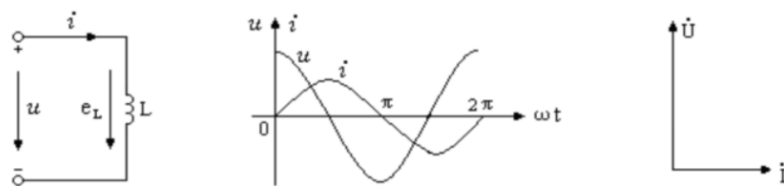
$$u = U_m \sin \omega t$$

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

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

#### 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：



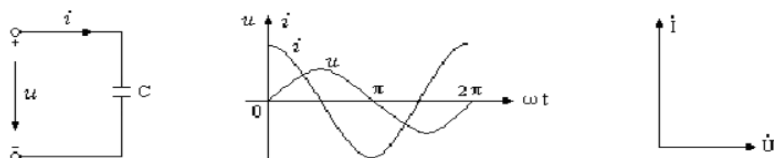
$$u = U_m \sin \omega t$$

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

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

### 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：



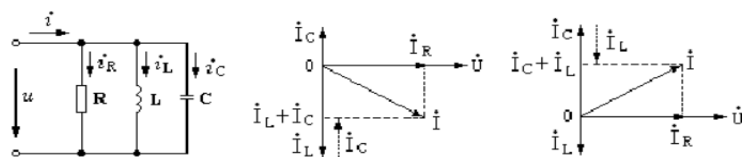
$$u = U_m \sin \omega t$$

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

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

### 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：



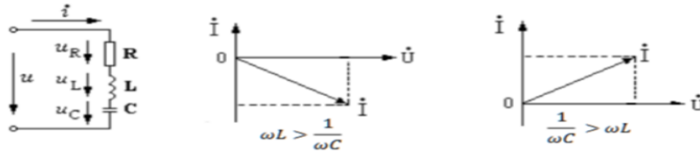
$$u = U_m \sin \omega t$$

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

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

### 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：



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

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

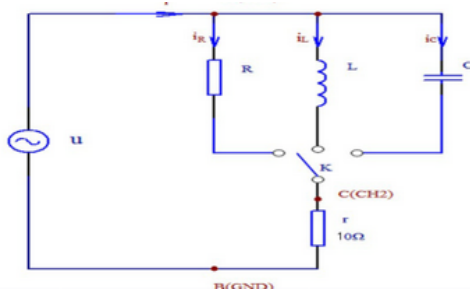
$$\dot{i} = \frac{\dot{U}}{X_Z} \quad X_Z = R + j \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)$$

## 五. 实验过程及实验数据

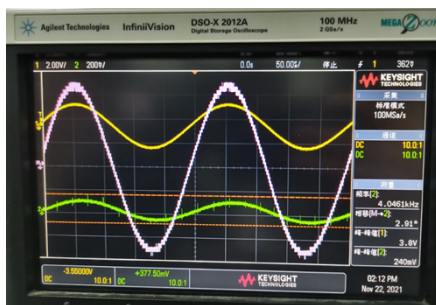
### 1. 测量电阻电感电容交流响应

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( $r(10)$ 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：

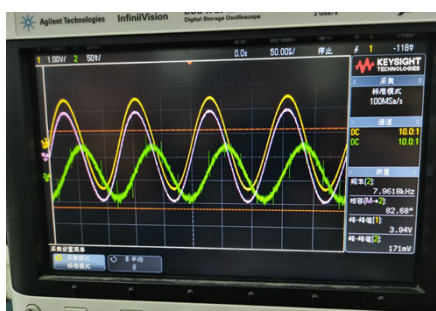


电阻测量：

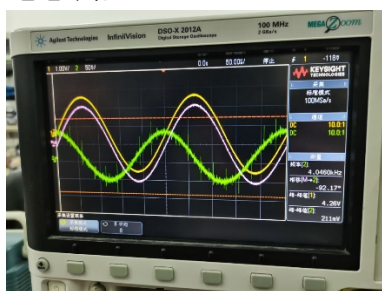


电压与电流相位与电压源相同，阻值越大，电流越小，电流与频率无关

电容测量：



电流超前端电压  $90^\circ$ ，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  $90^\circ$ ，电感值越大，电流越小，频率越大，电流越小

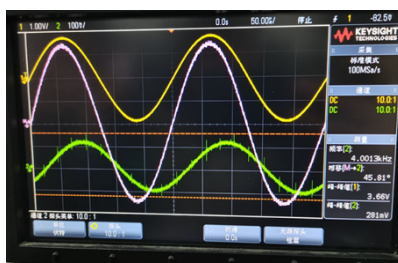
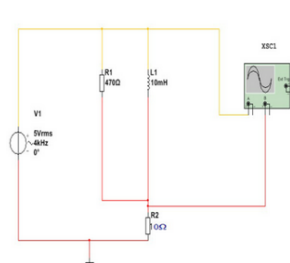
## 2. RLC 并联电路测量

将元件 R、L 并联相接，测量电压与电流的波形及参数:U<sub>rp-p</sub>,相位差。

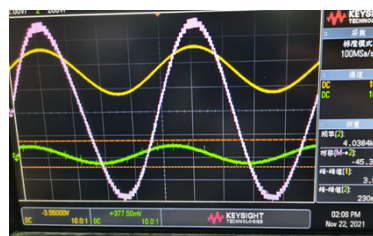
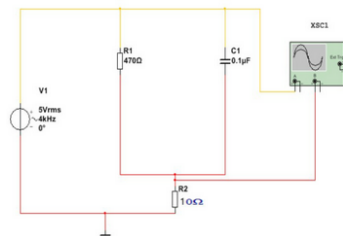
将元件 R、C 并联相接，测量电压和电流的波形及参数，U<sub>rp-p</sub> 相位差。

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。

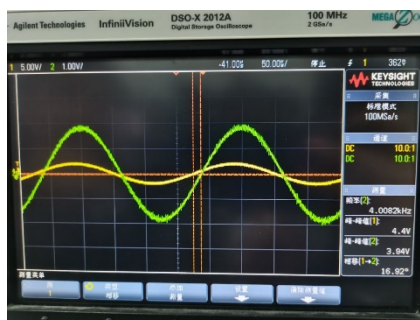
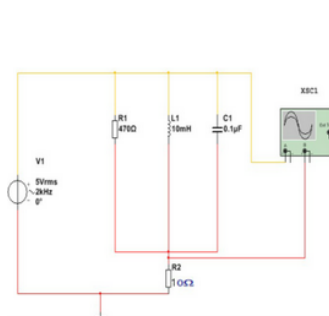
RL 并联：



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。

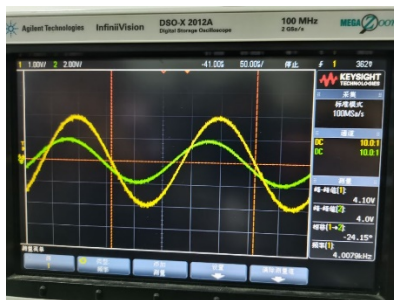
RL 串联：



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

## 思考题

- 1、测量 R、L、C 各个元件的电压电流（阻抗角）时，为什么要串联一个小电阻？对电阻有何要求？

阻抗是电压与电流的比值，电压用毫伏表测量，电流不易测量。小电阻的阻值已知，可以作为采样电阻，通过测量阻值上的电压，计算电路中的电流，提高测量精度。

- 2、怎样判断 RLC 并联（串联）电路为感性或容性电路，跟哪些参数有关？

电流相位超前为容性电路，电流相位滞后为感性电路，由于容抗与感抗与频率有关，因此电路为容性还是感性与输入信号频率有关。

- 3、RLC 串联交流电路通过同一个电流，各个元件电压与电流的关系。

阻抗不变，电压与电流成正比

- 4、交流并联电路总电流一定大于任一支路电流吗？交流串联电路总电压一定大于任一元件电压吗？

由于相角之间关系，LC 并联电路可能会出现支路电流大于总电流的情况。在 RC 串联电路中可能出现元件电压大于总电压的情况。