

# 实验报告

实验名称：RLC 无源滤波电路研究

实验人：刘锦驰-202211140039

实验完成时间：2023/9/22 下午 13: 30 至 16: 30

提交报告时间：2023/9/29

实验原理：

滤波器：

滤波器是能够消除信号中某些不需要的成分的器件或模块

设滤波器处理前后信号分别为 $x(t)$ 和 $y(t)$

则：

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(s)x(t-s)ds$$

其中 $h(s)$ 称为滤波器的冲激响应函数，表征了滤波器的暂态性质，在时域上刻画了滤波器的作用

若输入 $x(t) = a \sin \omega t$ ，输出 $y(t) = b \sin(\omega t + \varphi)$ ，可定义频域上滤波器的作用函数，即滤波频率响应函数或称传递函数：

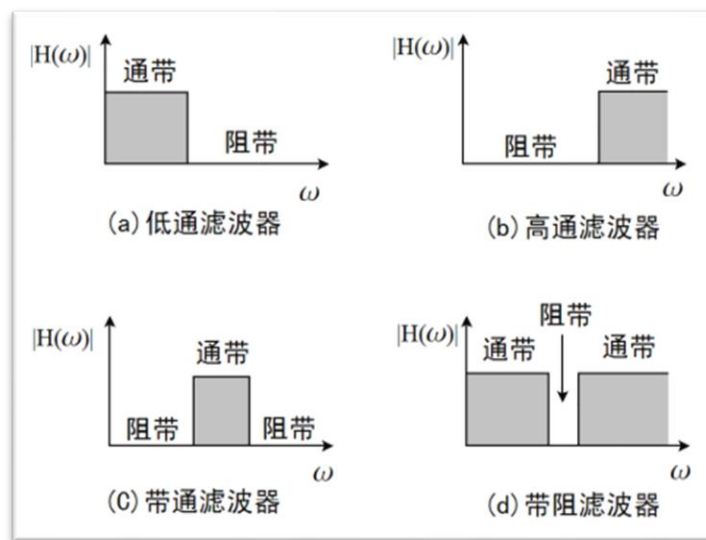
$$H(\omega) = \frac{b}{a} e^{j\omega}$$

$H(\omega)$ 与 $h(t)$ 也存在傅里叶变换关系：

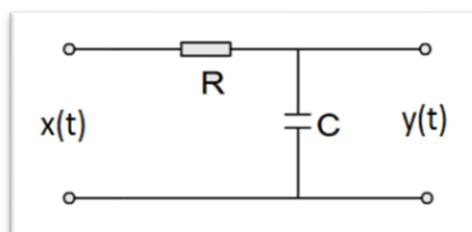
$$h(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} H(\omega) e^{j\omega t} d\omega, \quad H(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) e^{-j\omega t} dt$$

## 常见滤波电路：

根据 $|H(\omega)|$ 的特点，常见的滤波器可分为：低通、高通、带通、带阻四种类型，其理想幅-频曲线如下：



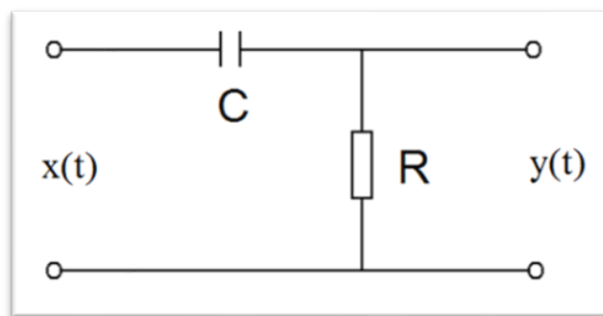
### 1. 一阶RC低通滤波器：



该电路频率响应函数

$$H(\omega) = \frac{Z_C}{R + Z_C} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$
$$\Rightarrow |H(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega/\omega_c)^2}} \quad (\omega_c = 1/RC)$$

2. 一阶RC高通滤波器:

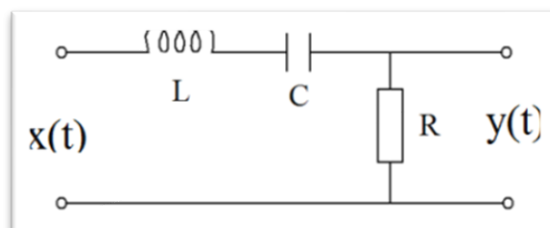


该电路频率响应函数

$$H(\omega) = \frac{R}{R + Z_C} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$$

$$\Rightarrow |H(\omega)| = \frac{\omega/\omega_c}{\sqrt{1 + (\omega/\omega_c)^2}} \quad (\omega_c = 1/RC)$$

3. 二阶带通滤波器:



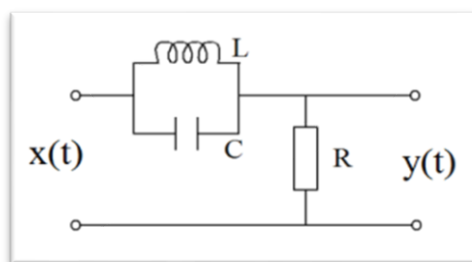
该电路频率响应函数

$$H(\omega) = \frac{R}{R + Z_L + Z_C} = \frac{R}{R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}}$$

$$\Rightarrow |H(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + Q^2 \left( \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)^2}}$$

其中  $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ ,  $Q = \sqrt{L/C}$

#### 4. 二阶带阻滤波器：



该电路频率响应函数

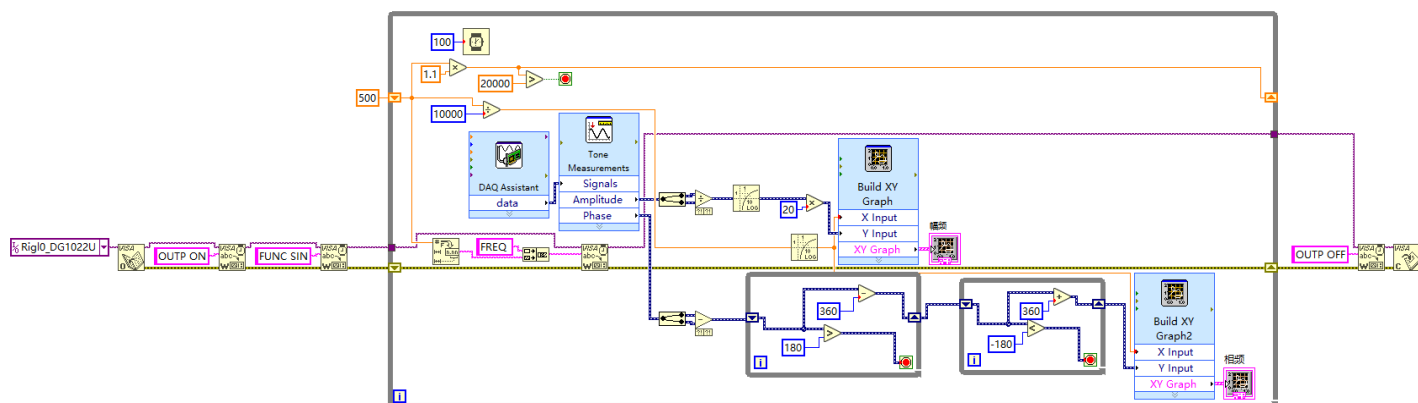
$$H(\omega) = \frac{R}{R + Z_L \parallel Z_C} = \frac{jQ(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})}{1 + jQ(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})}$$

其中  $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ ,  $Q = R\sqrt{C/L}$

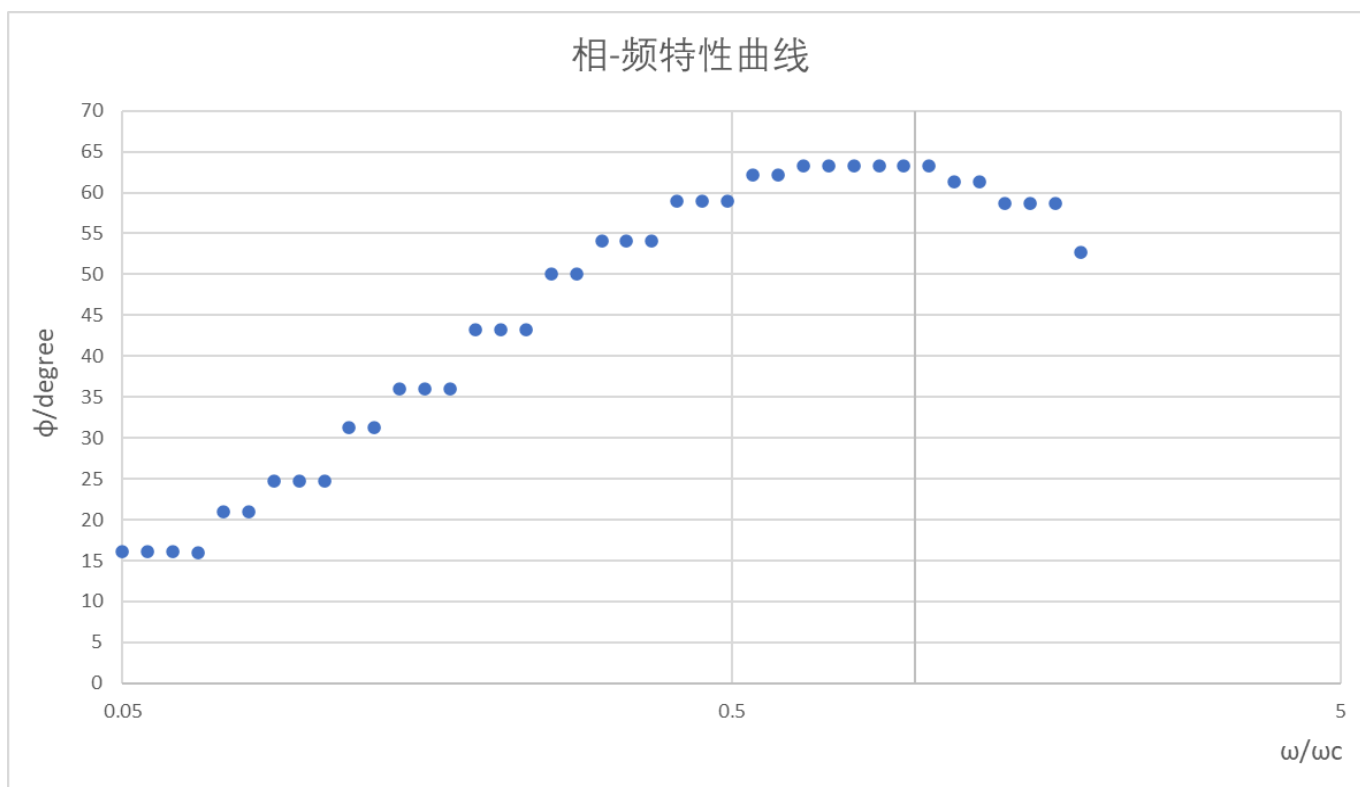
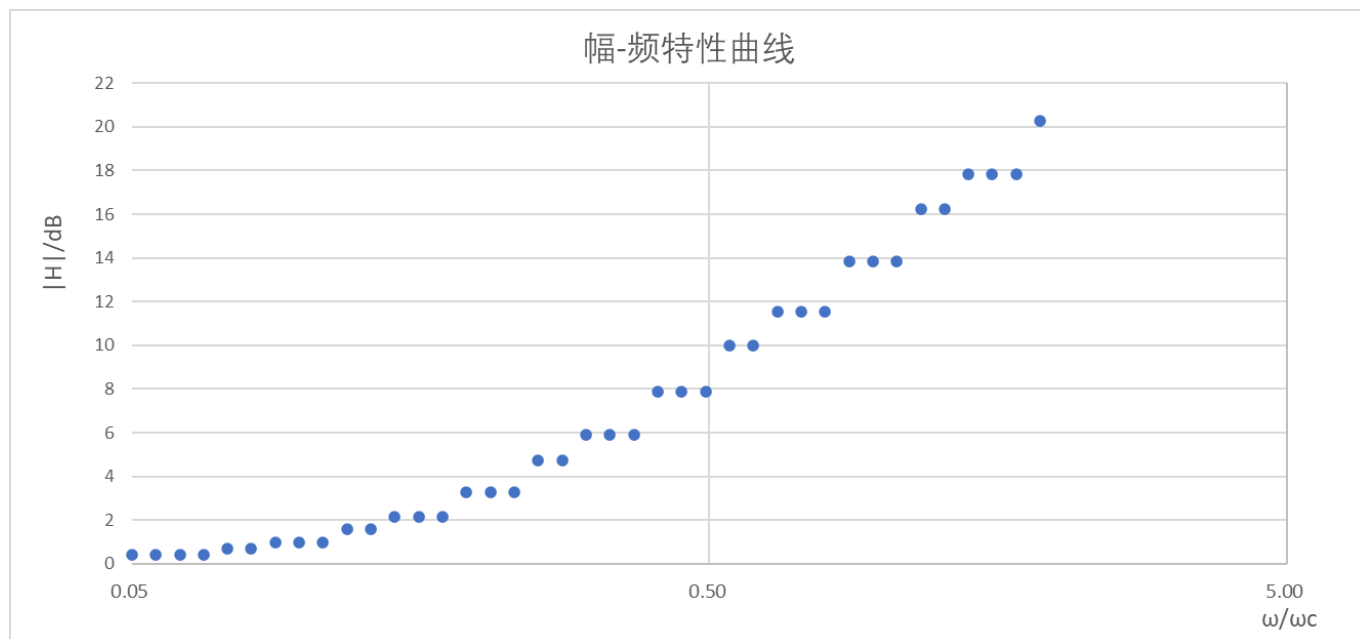
#### 实验内容：

1. 首先学习了如何利用 **LabVIEW** 软件进行对信号发生器的控制,并编写了控制信号发生器开关以及自动扫频的代码,并借助这部分内容编程测量了RC低通滤波器的频率特性曲线。
2. 编程练习：

测量RC低通滤波器频率特性曲线程序如下：



测量得到的频率特性曲线如下：



(以上两图均采用对数刻度)

### 总结和讨论：

1. 在测量相-频特性曲线时，测量得到的范围可能不在  $[-180^\circ, 180^\circ]$  区间内，所以需要对相位进行调整，人为地去加减一个  $360^\circ$  使其在这个区间内
2. 在进行采样时，可能得不到正确的图像，可能是由于采样率过低使得收集不到正确的数据，此时将采样率适当调高即可