

浙江大学实验报告

专业： 电子信息工程
姓名： _____
学号： _____
日期： 2022 年 5 月 25 日
地点： 东三-409

课程名称： 信号分析与系统 指导老师： 季瑞松 杨欢 成绩： _____
实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 实验类型： 基础规范型 同组学生姓名： 无

一、实验目的和要求

1. 熟悉模拟示波器的构成及其特性；
2. 学会测量滤波器幅频特性的方法。

二、实验内容和原理

实验内容：

1. 测量无源和有源低通滤波器的幅频特性；
2. 测量无源高通滤波器的幅频特性；
3. 测量有源带通滤波器的幅频特性。

实验原理：

1. 滤波器是对输入信号的频率具有选择性的一个二端口网络，它允许某些频率（通常是某个频率范围）的信号通过，而其他频率的信号幅值均要受到衰减或抑制。这些网络可以是有 RLC 元件或者 RC 元件构成的无源滤波器，也可以是由 RC 元件和有源器件构成的有源滤波器。

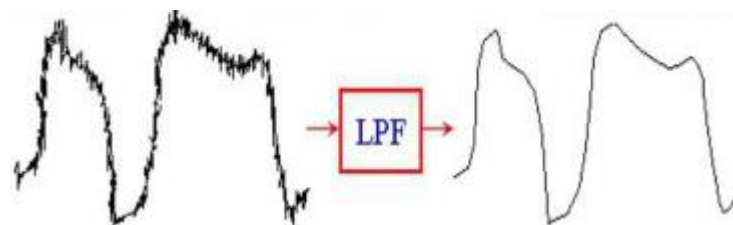


图 1 如：低通滤波器滤除高频噪声

2. 设输入为 $x(t)$ ，输出为 $y(t)$ ，滤波器的脉冲响应函数为 $h(t)$ 。转换到频域则输入为 $X(j\omega)$ ，输出为 $Y(j\omega)$ 。于是传递函数 $H(j\omega)$ 为：

$$H(j\omega) = \frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} = |H(j\omega)|e^{j\varphi(\omega)}$$

其中 $|H(j\omega)|$ 与 ω 构成幅频特性曲线， $\varphi(\omega)$ 和 ω 构成相频特性曲线。

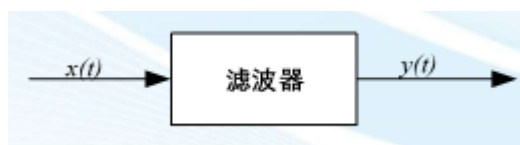


图 2 滤波器系统示意图

实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 姓名： 王涵 学号： 3200104515

3. 无源低通滤波器与有源低通滤波器原理

低通滤波器指，可以通过低频信号，但是会衰减或抑制高频信号的滤波器。其幅频特性如下所示：

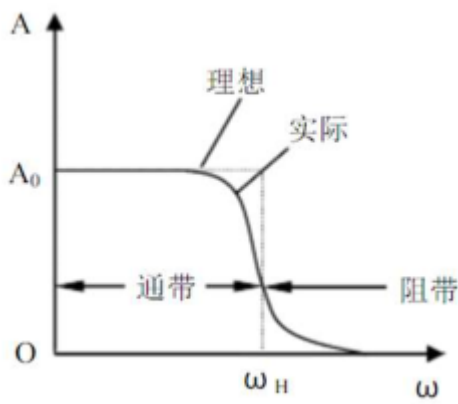


图 3 低通滤波器幅频特性曲线

在本次实验中无源低通滤波器的电路图连接如图所示：

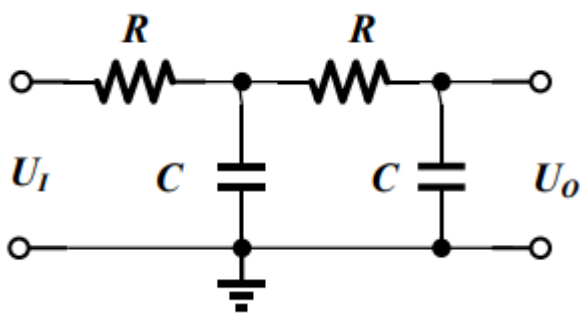


图 4 无源低通滤波器原理图

在本次实验中有源低通滤波器的电路图连接如图所示：

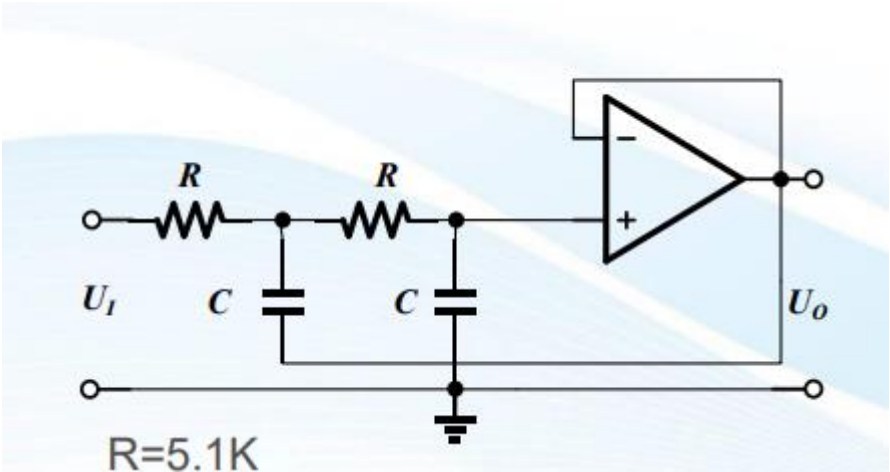


图 5 有源低通滤波器原理图

4. 无源高通滤波器和有源高通滤波器原理

高通滤波器指，可以通过高频信号，但是会衰减或抑制低频信号的滤波器。其幅频特性如下所示：

实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 姓名： 王涵 学号： 3200104515

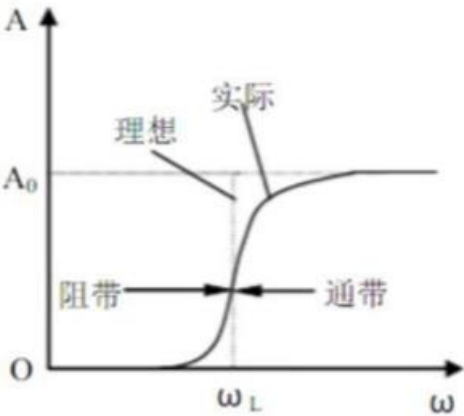


图 6 高通滤波器幅频特性曲线

在本次实验时无源高通滤波器的电路图连接如图所示：

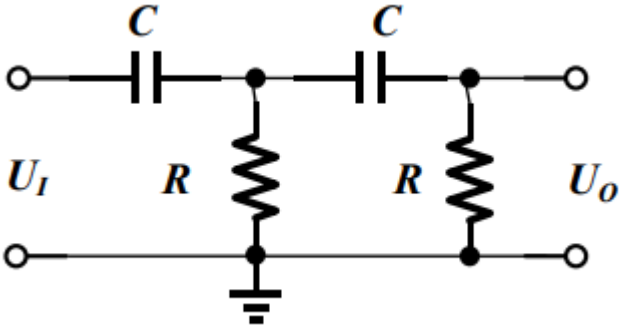


图 7 无源高通滤波器原理图

在本次实验中有源高通滤波器的电路图连接如图所示：

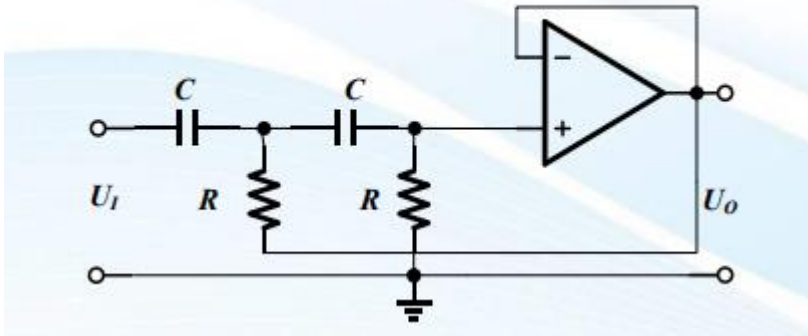


图 8 有源高通滤波器原理图

5. 带通滤波器原理

带通滤波器指，可以通过中频信号，但是衰减或抑制低频、高频信号的滤波器。其幅频特性如下所示：

实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 姓名： 王涵 学号： 3200104515

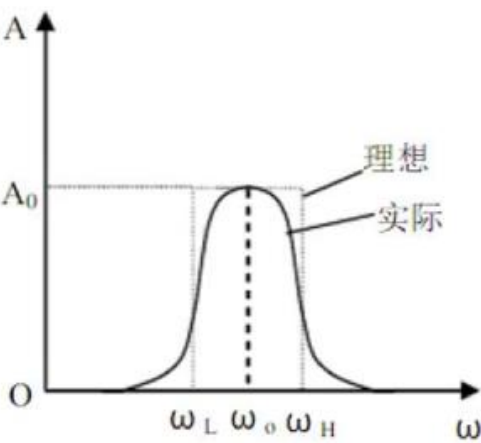


图 9 带通滤波器幅频特性曲线

在本次实验中有源带通滤波器的电路图连接如图所示：

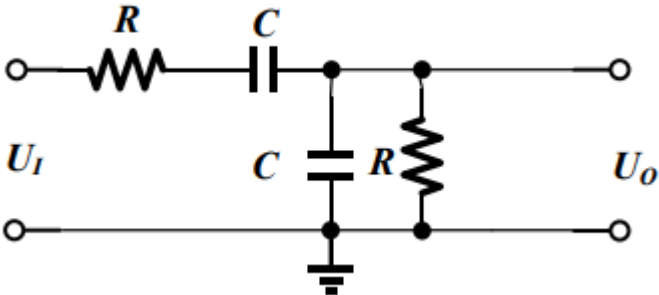


图 10 无源带通滤波器电路原理图

在本次实验中有源带通滤波器的电路图连接如图所示：

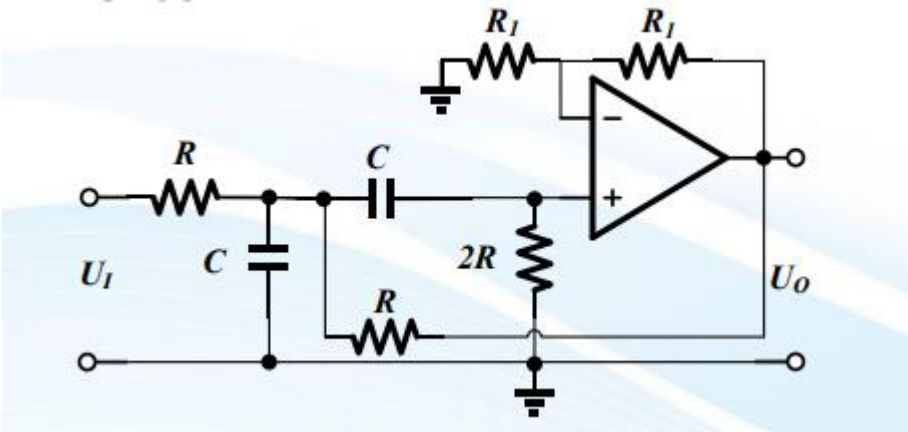


图 11 有源带通滤波器电路原理图

6. 带阻滤波器原理

带阻滤波器指，可以衰减或者抑制中频信号，但是通过低频、高频信号的滤波器。其幅频特性如下所示：

实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 姓名： 王涵 学号： 3200104515

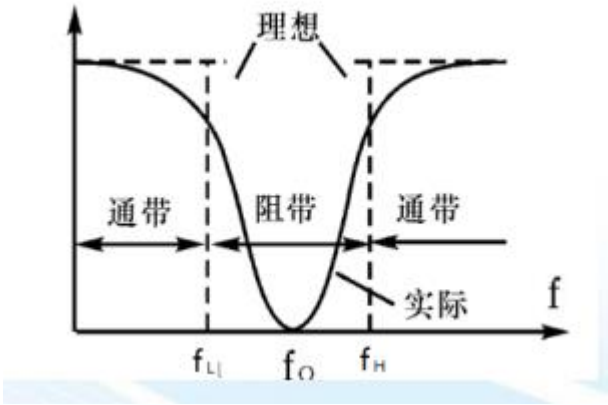


图 12 带阻滤波器幅频特性曲线

在本次实验中有源带通滤波器的电路图连接如图所示：

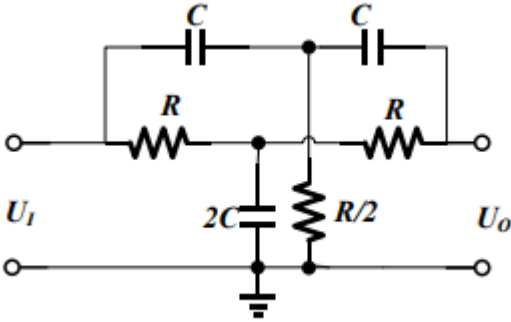


图 13 无源带阻滤波器电路原理图

在本次实验中有源带通滤波器的电路图连接如图所示：

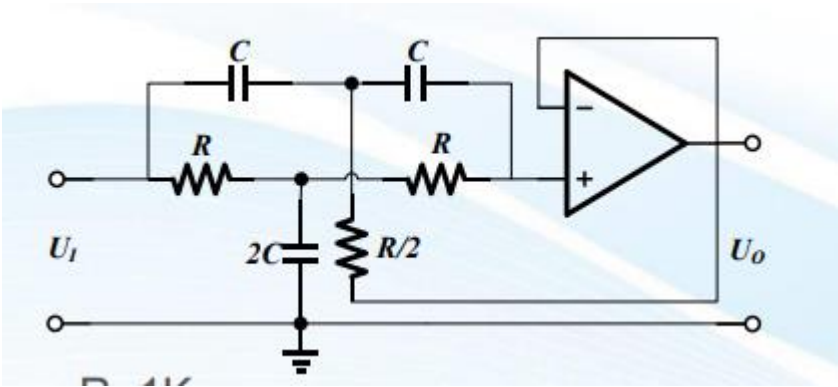


图 14 有源带阻滤波器电路原理图

三、主要仪器设备

- 1. PC 机及 MyDAQ
- 2. 信号分析及处理实验板 DG01, DG02
- 3. 导线若干

实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 姓名： 王涵 学号： 3200104515

四、实验数据记录和处理

逐点法：

无源低通滤波器幅频特性：

保证输入信号的幅值为 1V 的正弦波，改变信号频率，记录输出信号的幅值，并绘制频率响应曲线
通过本次实验测量得到，无源低通滤波器的截止频率在 2000Hz 附近

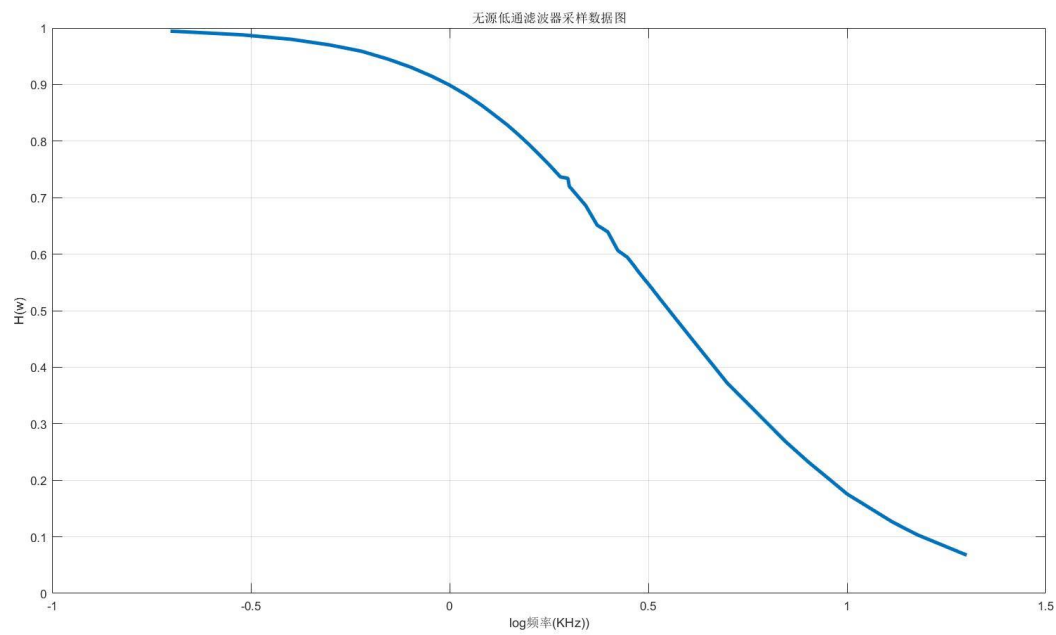


图 15 无源低通滤波器数据记录

图示法：

无源低通滤波器幅频特性：

实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 姓名： 王涵 学号： 3200104515

装
订
线

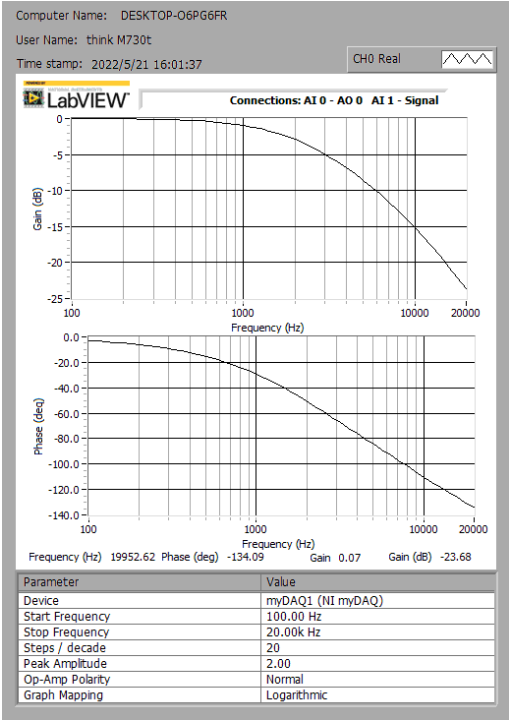


图 16 无源低通滤波器幅频特性

有源低通滤波器幅频特性:

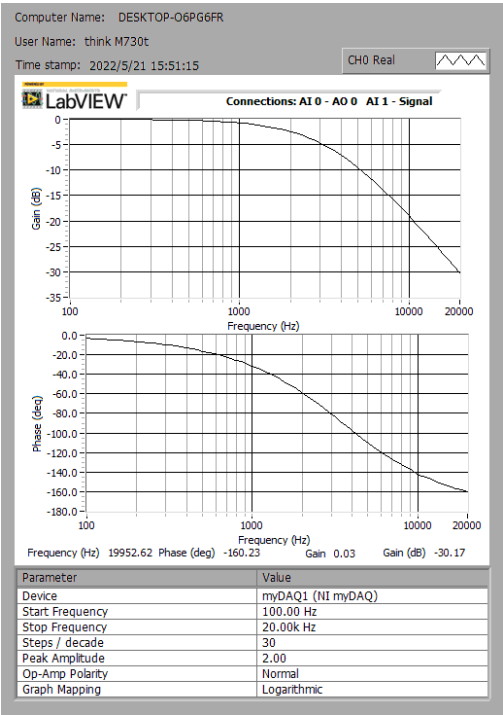


图 17 有源低通滤波器幅频特性

实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 姓名： 王涵 学号： 3200104515

无源高通滤波器幅频特性

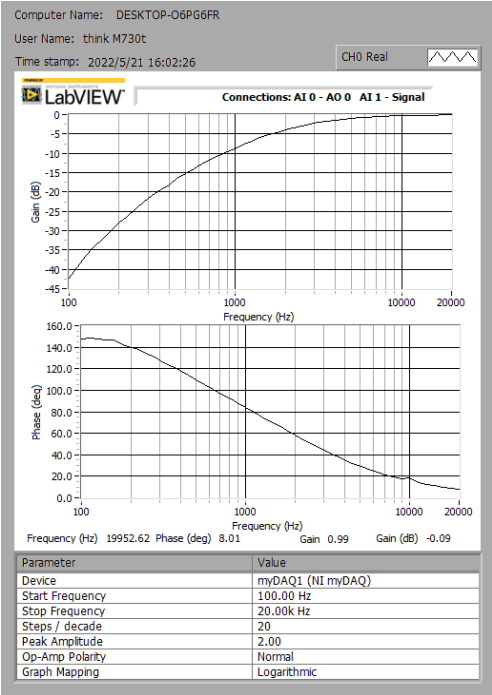


图 18 无源高通滤波器幅频特性

有源高通滤波器：

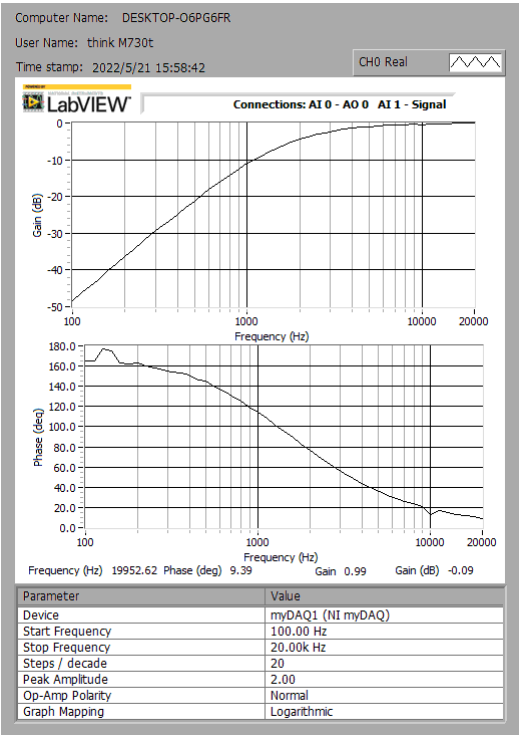


图 19 有源高通滤波器幅频特性

实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 姓名： 王涵 学号： 3200104515

无源带通滤波器：

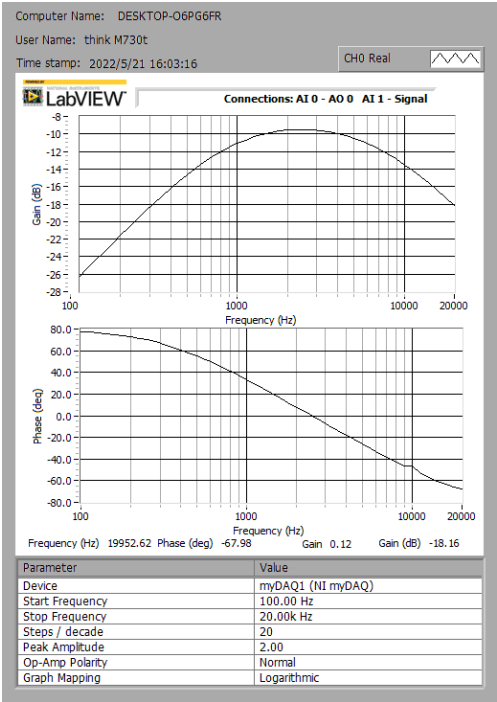


图 20 无源带通滤波器幅频特性

无源带阻滤波器：

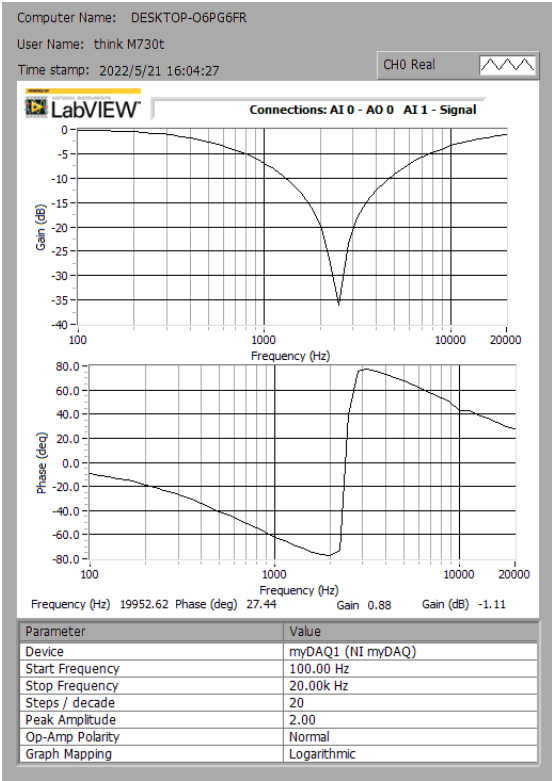


图 21 无源带阻滤波器幅频特性

实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 姓名： 王涵 学号： 3200104515

有源带阻滤波器：

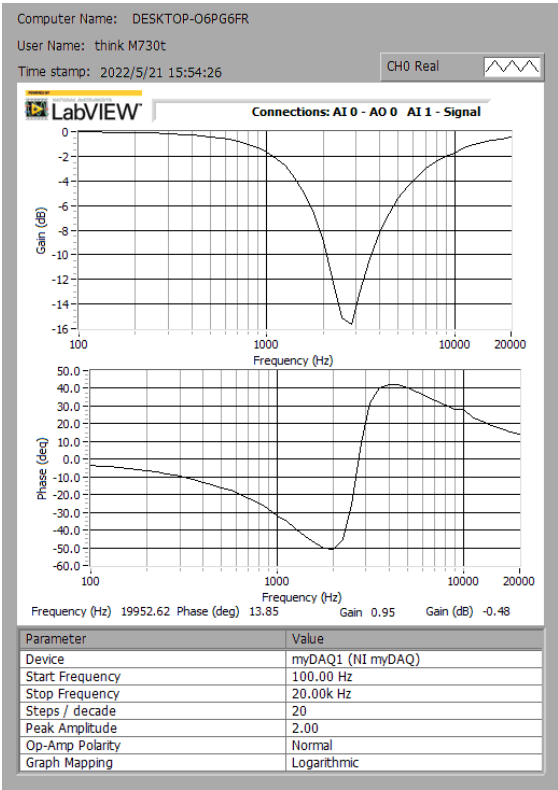


图 22 有源带阻滤波器幅频特性

五、实验结果与分析

1. 分析各类无源滤波器和有源滤波器的滤波特性

低通滤波器允许低频信号通过，减弱高频信号，当输出信号幅值下降为原输出信号 0.707 倍时，对应的频率为低通滤波器截止频率；

高通滤波器允许高频信号通过，减弱低频信号，输出信号幅值下降为原输出信号 0.707 倍时，对应的频率为高通滤波器截止频率；

带通滤波器能通过某频率范围内的信号，抑制低频信号与高频信号，当频率从中频带下降至输出信号幅值下降为原输出信号 0.707 倍时，对应频率为下限频率，当频率从中频带上升至输出信号幅值下降为原输出信号 0.707 倍时，对应频率为上限频率。

带阻滤波器能通过高频和低频的信号，抑制中频信号，当频率到达输出信号幅值为输入信号 0.707 倍时，该频率带内为阻带滤波器的阻带频率。

无源滤波器和有源滤波器的区别主要体现在，无源滤波器的组成器件为 RLC 器件组成，有源滤波器中则含有有源器件。无源滤波器具有电路简单，不需要供电等优点；但同时无源滤波器具有能量损失较大，负载效应明显，且电容 C、电感 L 较大时电路体积过大等缺点。有源滤波器具有信号无能量损耗，负载效应不明显，且可以放大输入信号，体积小，重量轻，且可以使用级联方法构成高阶滤波器的优点；但同时具有电路连接图复杂，需要直流供电，在高频、高压、大功率情况下工作不稳定的缺点。但两者在滤波特性上差别不大。

2. 实际截止频率与理论截止频率

通过实验测量可以得到各个滤波器截止频率，记录并与理论值比较。

实验名称： 无源滤波器和有源滤波器 姓名： 王涵 学号： 3200104515

通过取点法，得到无源低通滤波器实际截止频率为 $f_H = 2000\text{Hz}$ ，理论截止频率为 $f_H = 1985\text{Hz}$ ，发现无源低通滤波器的实际截止频率和理论截止频率相近；有源低通滤波器理论截止频率为 $f_H = 2008\text{Hz}$ ；无源高通滤波器理论截止频率为 $f_L = 2444\text{Hz}$ ；有源高通滤波器理论截止频率为 $f_L = 2471\text{Hz}$ ；无源带通滤波器理论截止频率为 $f_L = 708.47\text{Hz}$ 、 $f_H = 7730\text{Hz}$ ；无源带阻滤波器理论截止频率为 $f_L = 552.60\text{Hz}$ 、 $f_H = 9914.65\text{Hz}$ ；有源带阻滤波器理论截止频率为 $f_L = 969.44\text{Hz}$ 、 $f_H = 5650.47\text{Hz}$ 。

六、讨论、心得

本次实验中学习了扫频测量幅频特性、相频特性的操作方法，也实践了通过采点取样绘制幅频特性的方法，深刻感受到了扫频的方便之处。在绘图时，学会了使用对数坐标能更好的体现幅频特性的曲线走势。总之，虽然这次实验较简单，但收获很多。

装
订
线