



浙江大学 电气工程学院  
COLLEGE OF ELECTRICAL ENGINEERING, ZHEJIANG UNIVERSITY



# 无源滤波器和有源滤波器

## 信号课程实验教研组

# 一、实验目的



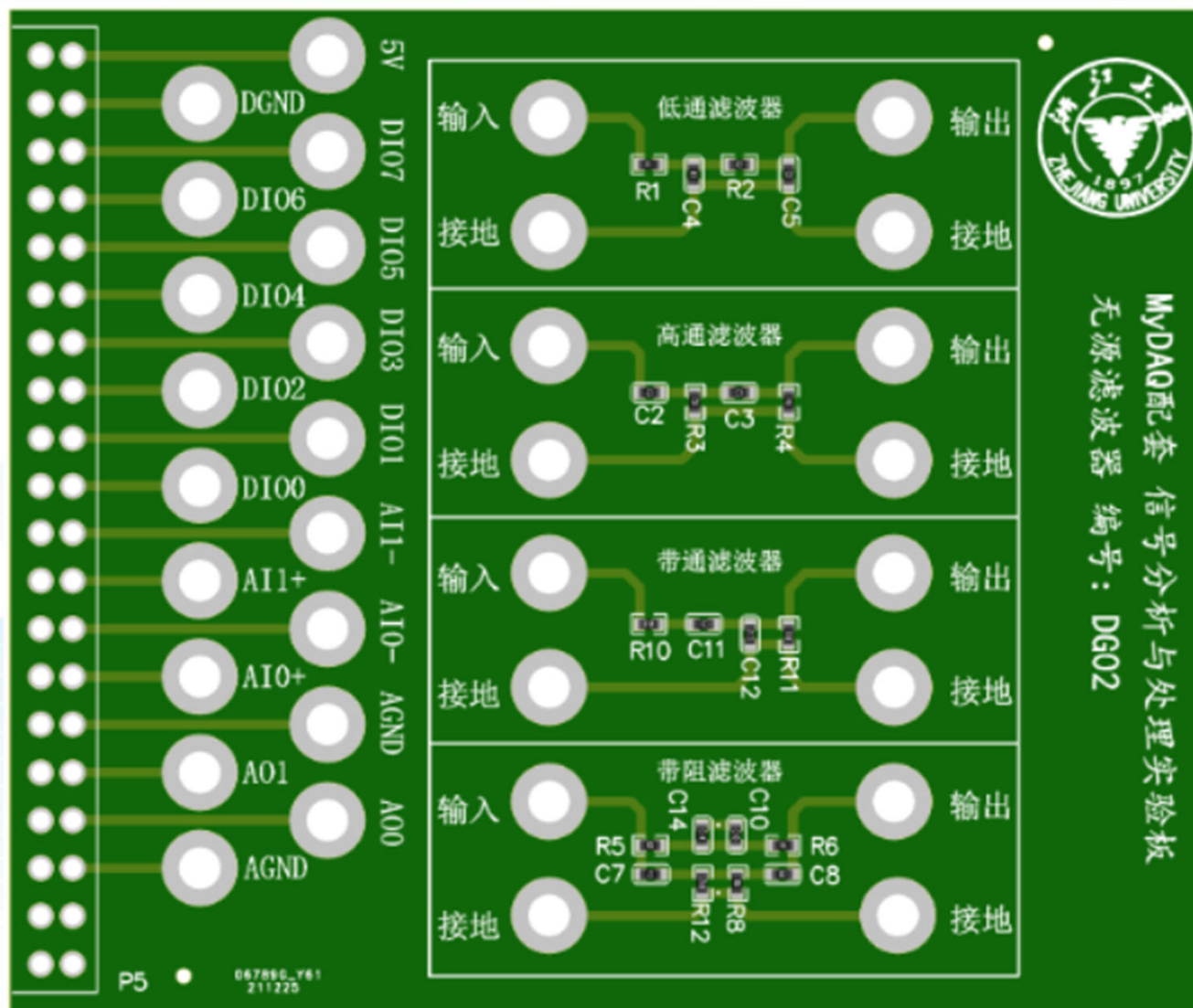
- 熟悉模拟滤波器的构成及其特性
- 掌握测量模拟滤波器幅频特性的方法

## 二、实验设备



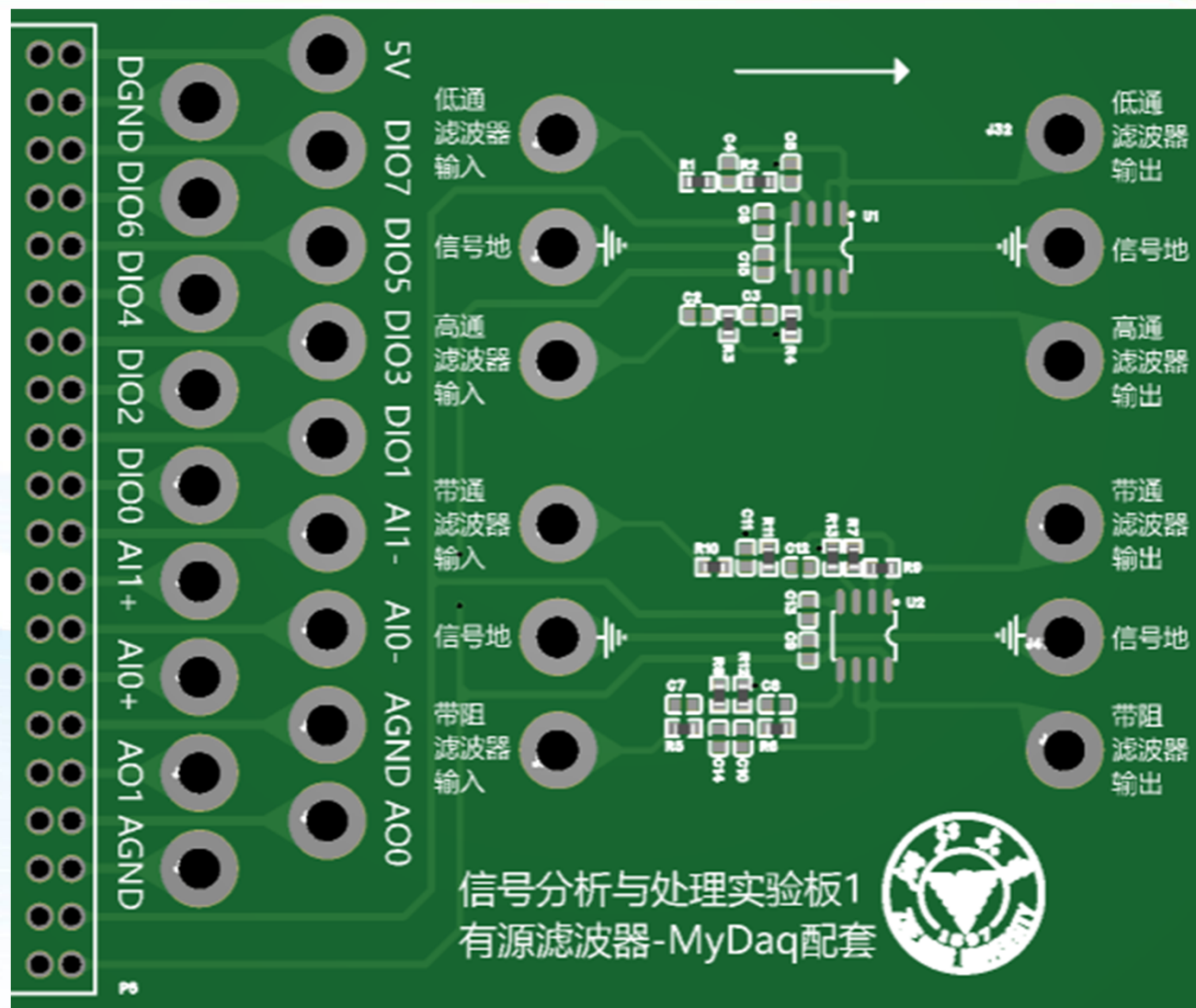
- 数字示波器和信号发生器
- PC机及MyDAQ
- 信号分析与处理实验板1、DG02
- 导线若干

## 二、实验设备





## 二、实验设备



### 三、实验原理



- **滤波：**根据有用信号与噪声或干扰的不同特性，从含有噪声或干扰的信号中消除或减弱干扰噪声，强化有用信号的过程。
- **滤波器：**实现滤波功能的系统，该系统对输入信号的频率具有选择性，允许某些频率（通常是某个频率范围）的信号通过，而其它频率的信号幅值均要受到衰减或抑制。

例如，有一个较低频率的信号，其中包含一些较高频率成分的干扰。



### 三、实验原理



- 滤波器分类：模拟滤波器、数字滤波器。

**模拟滤波器：**利用模拟电路直接对模拟信号进行滤波处理，是连续线性时不变系统。RLC元件或RC元件构成**无源滤波器**；RC元件和有源器件构成**有源滤波器**。

**数字滤波器：**硬件（延迟器、乘法器和加法器）实现，也可以由相应的软件实现，还可以用软硬件结合来实现。

### 三、实验原理

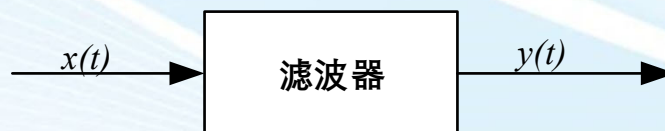


设输入为 $x(t)$ ,输出 $y(t)$ ,滤波器的脉冲响应函数为 $h(t)$ 。转换到频域则输入为 $X(j\omega)$ ,输出为 $Y(j\omega)$ 。

$$\text{传递函数为 } H(j\omega) = \frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} = |H(j\omega)|e^{j\varphi(\omega)}$$

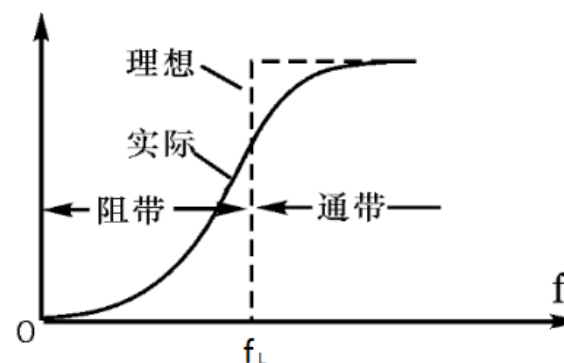
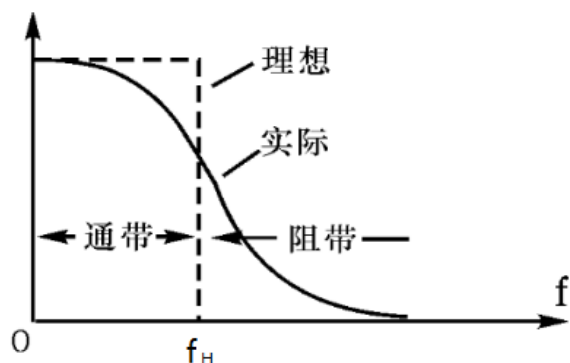
$H(j\omega)$ 与 $\omega$ 构成幅频特性曲线

$\varphi(\omega)$ 与 $\omega$ 构成相频特性曲线



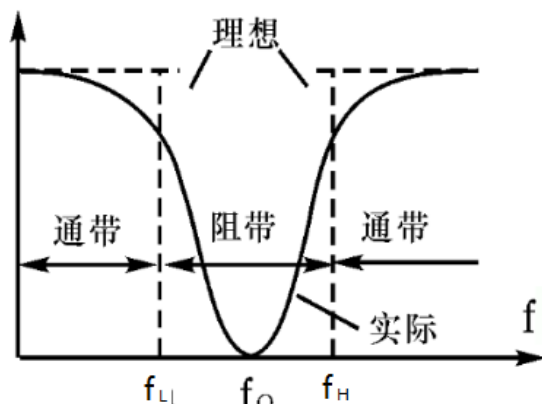
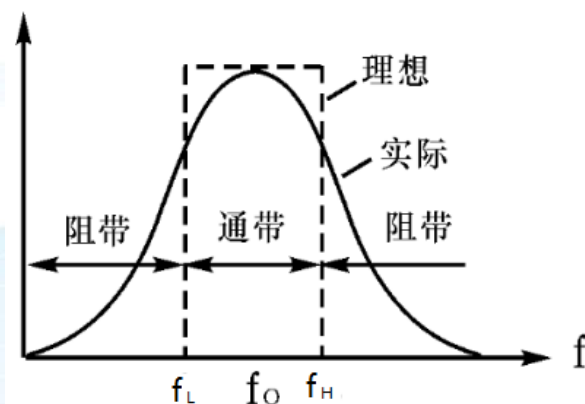


### 三、实验原理



通带：通过信号频率的范围

阻带：阻止通过或衰减的信号频率范围

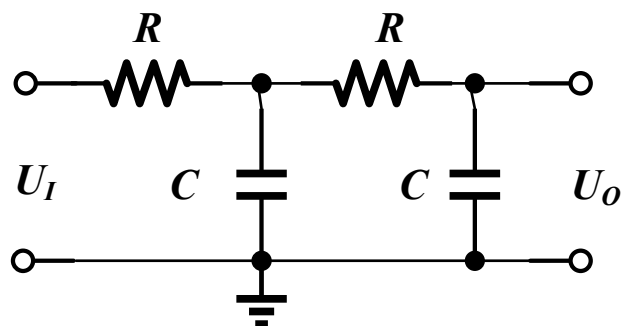


中心频率： $f_0$

截止频率： $f_H, f_L$

截止频率：通带或者阻带的分界点的频率，也叫转折频率（归一化幅频特性在幅度为0.707时对应的频率，该频率对应的点为半功率点）

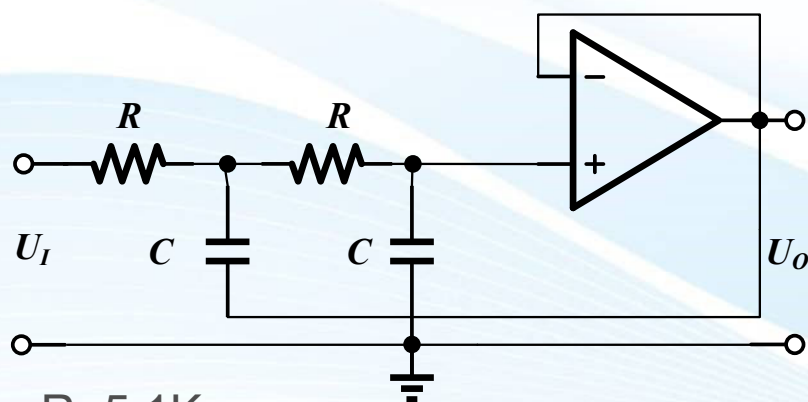
## 3.1 低通滤波器的幅频特性



$R=3K$   
 $C=10nF$

$$G(S) = \frac{1}{R^2 C^2 S^2 + 3RCS + 1}$$

$$f_c = \frac{0.3742}{2\pi RC}$$

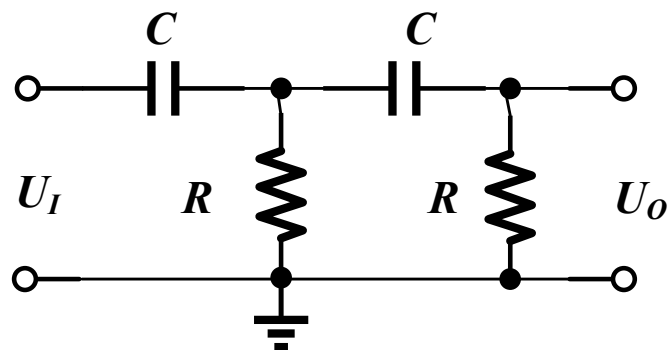


$R=5.1K$   
 $C=10nF$

$$G(S) = \frac{1}{R^2 C^2 S^2 + 2RCS + 1}$$

$$f_c = \frac{0.6436}{2\pi RC}$$

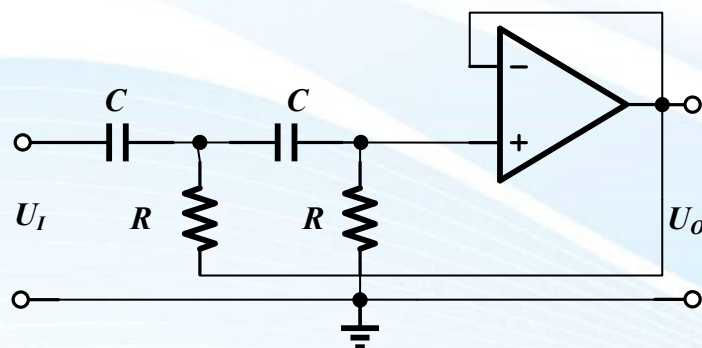
## 3.2 高通滤波器的幅频特性



$R=1.74K$   
 $C=100nF$

$$G(S) = \frac{R^2 C^2 S^2}{R^2 C^2 S^2 + 3RCS + 1}$$

$$f_c = \frac{2.6721}{2\pi RC}$$

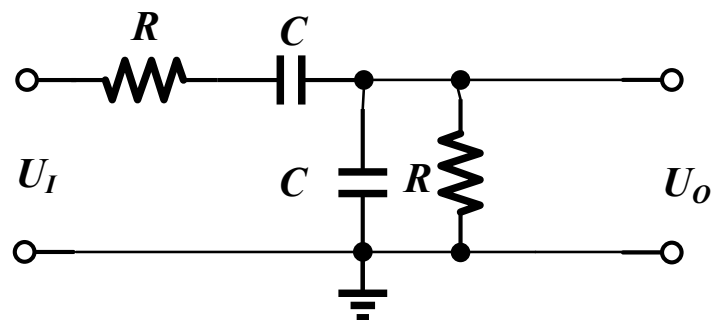


$R=1K$   
 $C=100nF$

$$G(S) = \frac{R^2 C^2 S^2}{R^2 C^2 S^2 + 2RCS + 1}$$

$$f_c = \frac{1.5538}{2\pi RC}$$

### 3.3 带通滤波器的幅频特性

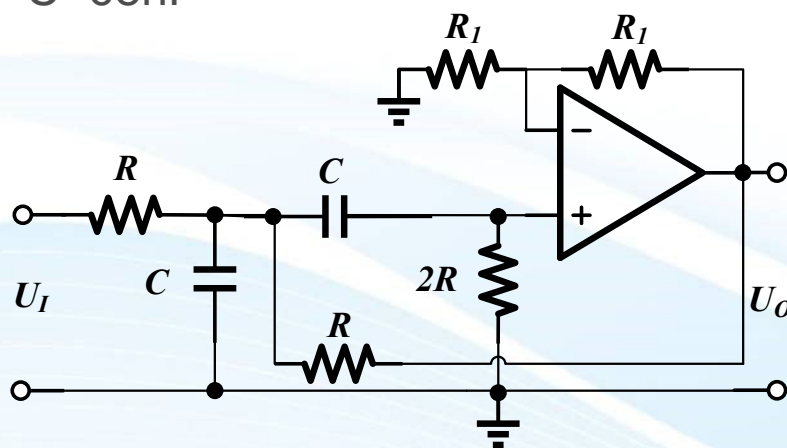


$R=1K$   
 $C=68nF$

$$G(S) = \frac{RCS}{R^2C^2S^2 + 3RCS + 1}$$

$$f_H = \frac{3.3027}{2\pi RC}$$

$$f_l = \frac{0.3027}{2\pi RC}$$



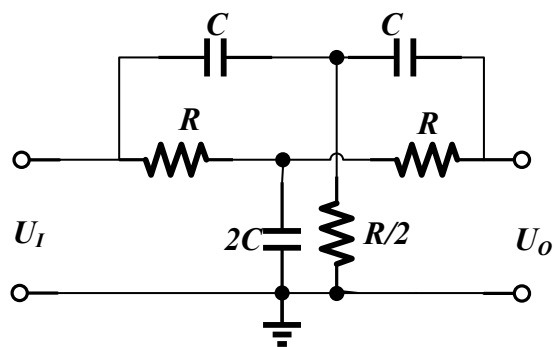
$R=1K$   
 $C=68nF$

$$G(S) = \frac{2RCS}{R^2C^2S^2 + RCS + 1}$$

$$f_H = \frac{1.6180}{2\pi RC}$$

$$f_l = \frac{0.6180}{2\pi RC}$$

### 3.4 带阻滤波器的幅频特性

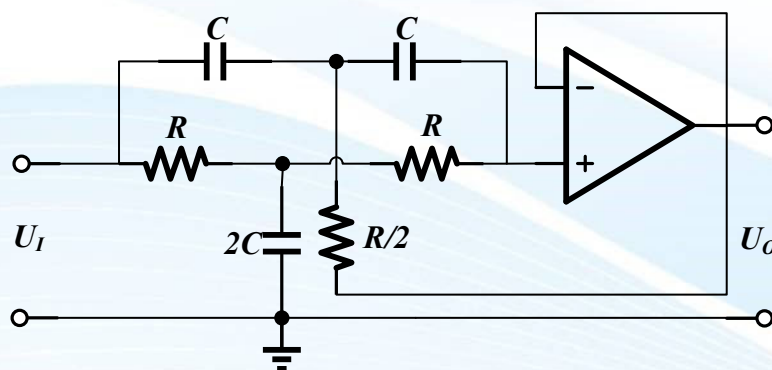


$R=1K$   
 $C=68nF$

$$G(S) = \frac{R^2 C^2 S^2 + 1}{R^2 C^2 S^2 + 4RCS + 1}$$

$$f_H = \frac{4.2361}{2\pi RC}$$

$$f_l = \frac{0.2361}{2\pi RC}$$



$R=1K$   
 $C=68nF$

$$G(S) = \frac{R^2 C^2 S^2 + 1}{R^2 C^2 S^2 + 2RCS + 1}$$

$$f_H = \frac{2.4142}{2\pi RC}$$

$$f_l = \frac{0.4142}{2\pi RC}$$

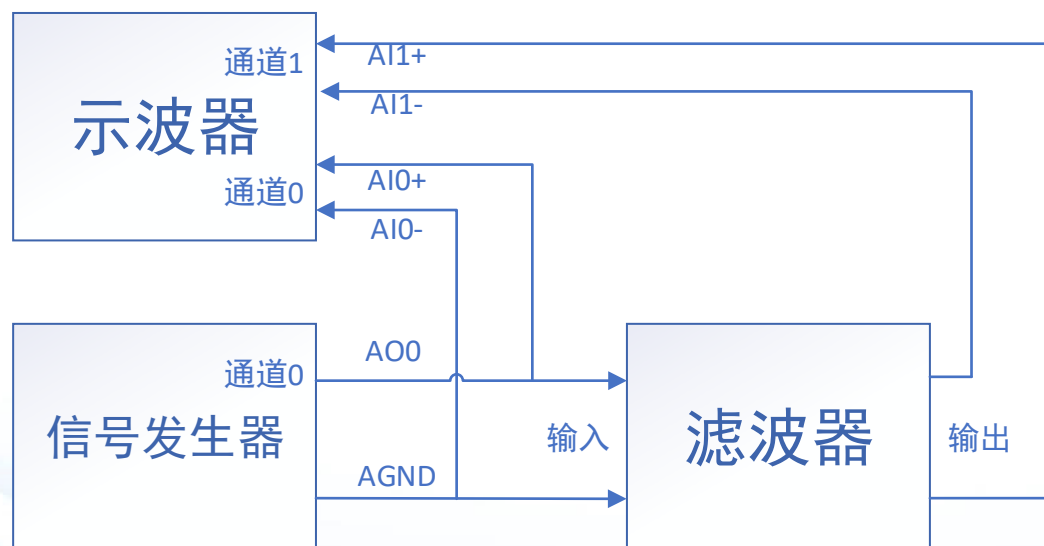


## 3.5 幅频特性的测量方法



### 1, 逐点分析法

在输入端输入不同频率的信号，然后逐一测出输出信号，根据各测量点的值连成曲线。



### 2, 图示法

利用扫频仪产生等幅的连续频率的信号，在屏幕上显示一条连续的输出特性曲线。

## 四、实验内容和方法



1, 用逐点分析法测量**无源低通、高通滤波器**的幅频特性

1) 接线：将信号发生器任一通道连接至DG02被测滤波器的输入端，泰克数字示波器的通道1测量输入信号，通道2测量输出信号。

2) 根据被测滤波器的电路参数，计算截止频率。并根据截止频率，确定合理的频率点。

## 四、实验内容和方法



- 3) 信号发生器从低频到高频依次输出幅值为1V的正弦波。
- 4) 自拟表格，测量并记录不同频率下输入信号和输出信号的幅度。用输出信号的幅值除以输入信号幅值，计算归一化输出。
- 5) 绘制频率和归一化输出的曲线图。

## 四、实验内容和方法



### 2, 用图示法测量滤波器的幅频特性

1) 接线: 将MyDAQ AO0连接至滤波器的输入, 用MyDAQ示波器的通道0连接滤波器输入信号, 用示波器的通道1连接滤波器的输出信号。

2) 打开MyDAQ Bode Analyzer工具, 设置合适的起始扫描频率点和扫描点数。

3) 点击运行后, 即可生成相应的幅频特性, 通过光标, 给出截止频率, 截图保存。

## 四、实验内容和方法



要求:

测量DG01实验板上4个有源滤波器的幅频特性。

测量DG02实验板上4个无源滤波器的幅频特性。

注意事项:

- 1) MyDAQ频率范围为0-20Khz。
- 2) STEPS, 可以取大一些。
- 3) Bode Analyzer下可使用光标测量




## 五、实验报告要求



- 用逐点分析法所测数据，绘制无源低通、高通滤波器的幅频特性曲线，指出截止频率。推导无源低通、高通滤波器的传递函数，并计算理论截止频率。
- 整理图示法测得的滤波器数据。
- 分析各类无源滤波器和有源滤波器的滤波特性。
- 写出本实验的心得体会及意见。

## DG01\DG02实验板滤波器参考频率

低通 无源	低通 有源	高通 无源	高通 有源
$f_c = 1.9861K$	$f_c = 2.008K$	$f_c = 2.45K$	$f_c = 2.47K$
带通 无源	带通 有源	带阻 无源	带阻 有源
$f_h = 7.734K$	$f_h = 3.787K$	$f_h = 9.920$	$f_h = 5.65K$
$f_l = 0.709K$	$f_l = 1.446K$	$f_l = 0.553K$	$f_l = 0.969K$




Instruments & Apps


---

★  
Favorites


---

  
Labs


---


  
My Files


---


  
Resources


## Instruments & Apps


  
Arbitrary Waveform Generator


  
Bode Analyzer


  
Digital Reader


  
Digital Writer


  
Digital Multimeter


  
Dynamic Signal Analyzer


  
Function Generator


  
Oscilloscope


  
8-Channel Oscilloscope

  
Audio Equalizer

  
Data Logger

  
DC Level

  
Octave Analyzer

  
Add Item

附

