

信号分析与处理上机实验报告 (四)

实验 (四): 连续、离散时间系统的时域与变换域分析

实验日期: 2021.11.10

姓名: 方尧

学号: 190410102

班级: 19 级自动化 1 班

一、实验目的

1. 掌握线性时不变系统的线性和时不变性;
2. 计算系统的冲激响应和阶跃响应;
3. 画出连续时间系统的零极点分布, 分析系统的稳定性;
4. 掌握线性时不变离散系统数学模型—线性常系数差分方程的求解
5. 理解离散系统的频率特性与连续系统频率特性的差异

二、代码及详细流程

MATLAB 代码:

```
% experiment4 连续、离散时间系统的时域和变换域分析
clc,clear,close all
% experiment4(1)
num={ [1 1 2], [1 -1 1] };
den={ [1 2 4], [1 -2 1 4] };
figure
for m=1:2
    %冲激响应
    subplot(2,2,2*m-1),impz(cell2mat(num(m)),cell2mat(den(m)))
    grid on,title(['system(',num2str(m),')impulse response'])
    %阶跃响应
    subplot(2,2,2*m),stepz(cell2mat(num(m)),cell2mat(den(m)))
    grid on,title(['system(',num2str(m),')step response'])
end
% experiment4(2)
a = { [1 -1 2], [1 -3 1] };
b = { [2 1], [1 2 1] };
t = 0:0.01:10; % 对时间 t 进行离散抽样
%输入信号
f1=[cos(6*t);exp(-2*t)];
f2=[exp(-t).*sin(8*t);exp(-t).*cos(5*t)];
f(1,:)=2*f1(1,:)+3*f2(1,:);
f(2,:)=1*f1(2,:)-2*f2(2,:);
F=[f1;f2;f];
```

```

tit={'x_{_1}'; 'x_{_2}'; 'x'};
figure
for m=1:6
    if mod(m,2)==0
        n=2;
    else
        n=1;
    end
    sys = tf(cell2mat(b(n)),cell2mat(a(n))); % 获取系统模型
    subplot(3,2,m)
    y = lsim(sys,F(m,:),t);
    plot(t,y);grid on,box on
    xlabel('时间 t/s'),ylabel('响应 y(t)')
    title(['系统(',num2str(n),'):输入为',cell2mat(tit(ceil(m/2))),'的响应'])
end
% experiment4(3)
figure
b={ [1,0], [1,2], [1,2,1], [2,1] };
a={ [1,1], [1,2,2], [1,2,3,6], [8,12,38,49,24,4] };
for m=1:4
    [h,w]=freqs(cell2mat(b(m)),cell2mat(a(m)),-3*pi:0.01:3*pi);
    h1=abs(h); %幅频特性
    h2=angle(h); %相频特性
    %幅频特性
    subplot(4,2,2*m-1);hold on,grid on
    plot(w/pi,h1);xlabel('角频率(\omega/\pi)');ylabel('幅值');title(['系统',num2str(m),')H(s)的幅频特性']);
    %相频特性
    subplot(4,2,2*m);hold on,grid on
    plot(w/pi,h2*180/pi);xlabel('角频率(\omega/\pi)');ylabel('相位(度)');title(['系统',num2str(m),')H(s)的相频特性']);
end
% experiment4(4)
tt=0:60;
x=[1,zeros(1,tt(end));ones(1,tt(end)+1);sin(pi/10*tt);2.^(-tt)];
figure
for m=1:4
    b=[2,5];
    a=[1 0.6 0.72];
    %零状态时域响应
    y=dlsim(b,a,x(m,:));
    subplot(2,2,m);hold on,grid on

```

```

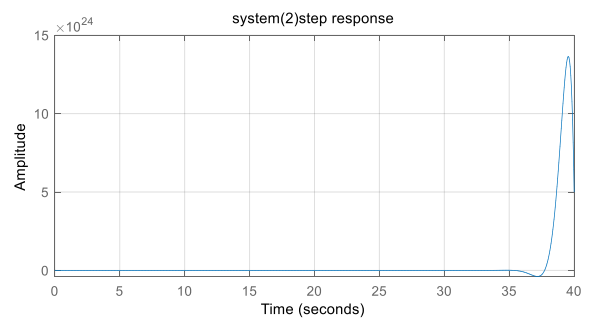
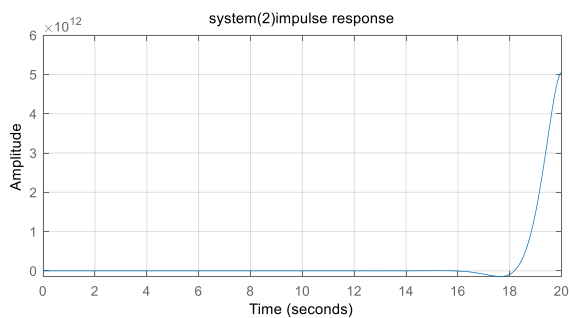
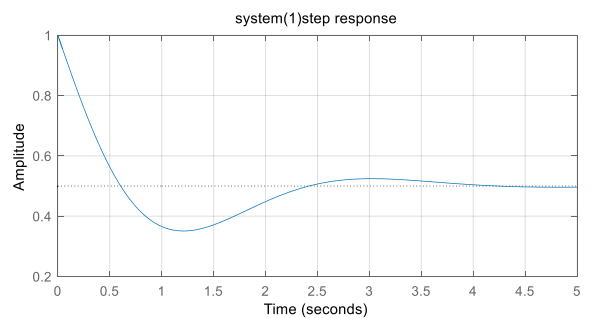
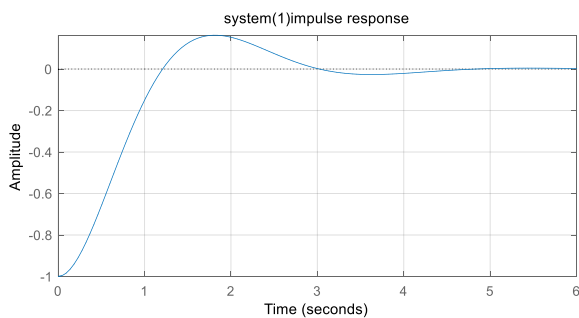
stem(tt,y,'. ');xlabel('n');ylabel('响应');title(['系统(',num2str(m),')零状态响应
']);
end
% experiment4(5)
figure
b={[0 2],[0.5 0],[0 1,2],[0 1 0 0 2]];
a={[1,0.8],[1 0.8],[1 0.4 0.8],[1 0.3 0.5 0.1 0.8]];
for m=1:4
    [h,w]=freqz(cell2mat(b(m)),cell2mat(a(m)),-3*pi:0.01:3*pi);
    h1=abs(h);      %幅频特性
    h2=angle(h);    %相频特性
    subplot(4,2,2*m-1);hold on,grid on
    plot(w/pi,h1);xlabel('角频率(\omega/\pi)');ylabel('幅值');title(['系统
(',num2str(m),')H(z)的幅频特性']);
    subplot(4,2,2*m);
    plot(w/pi,h2*180/pi);grid,xlabel('角频率(\omega/\pi)');ylabel('相位
(度)');title(['系统(',num2str(m),')H(z)的相频特性']);
end

```

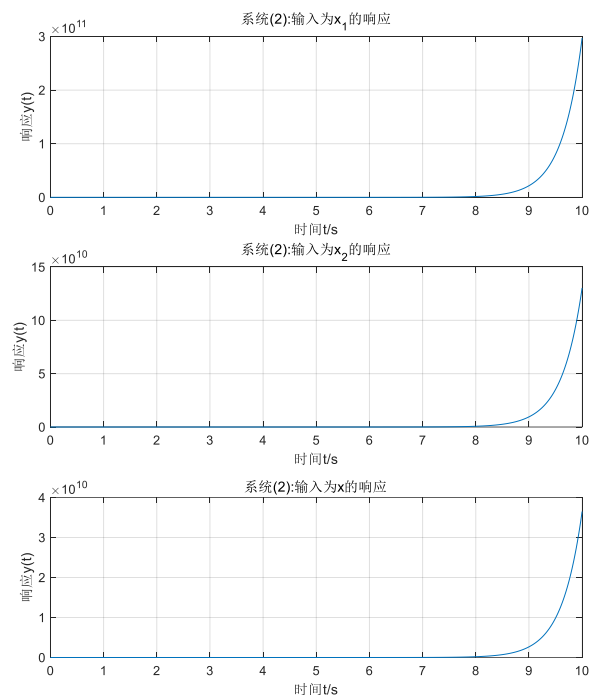
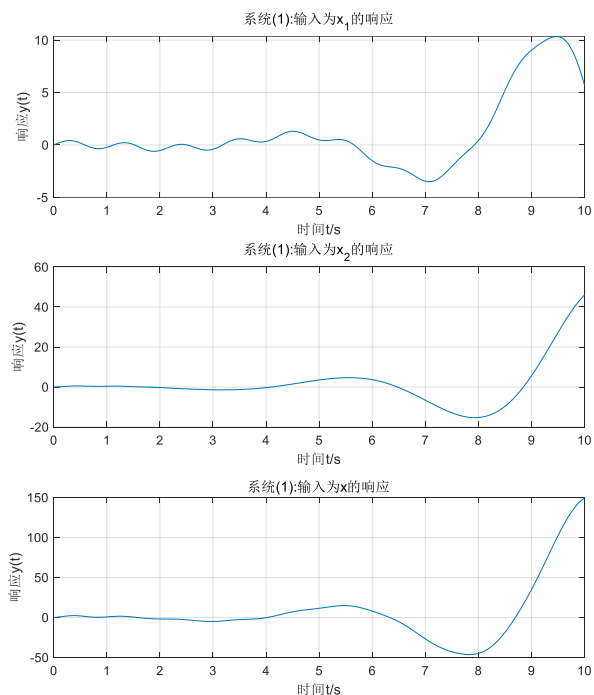
三、 实验结果

(图形均为矢量图像，可放大查看)

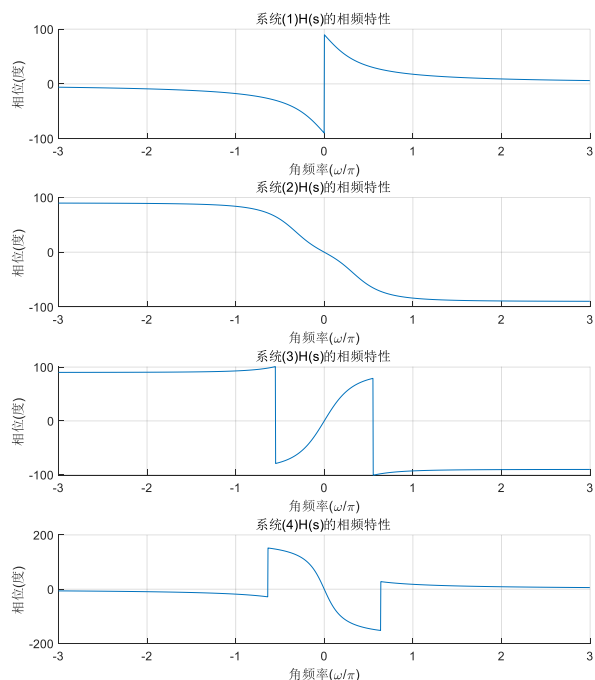
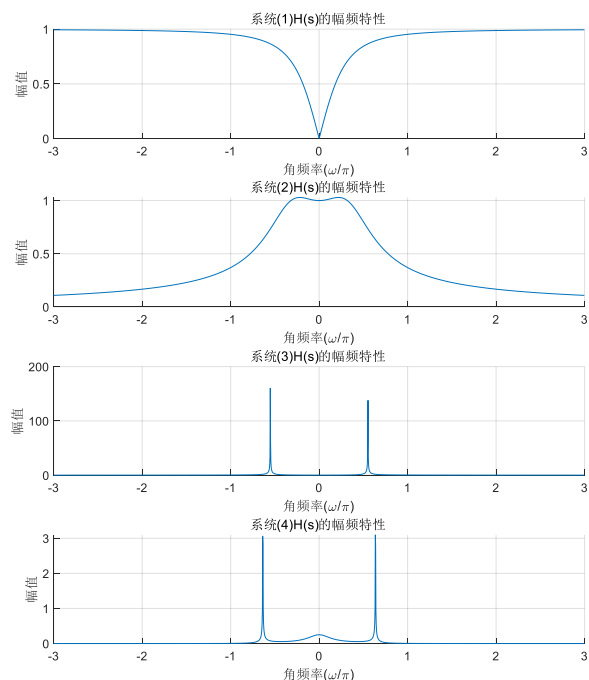
1. 系统的冲激响应和阶跃响应



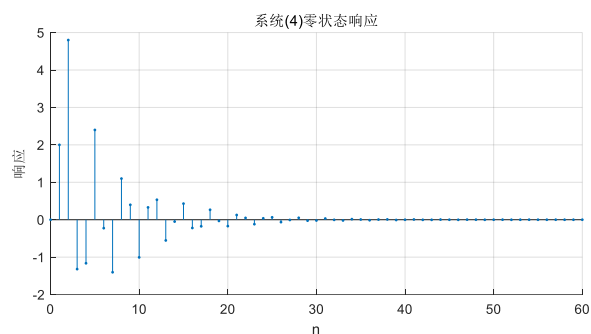
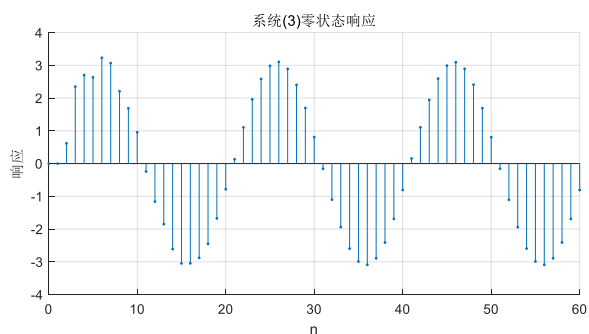
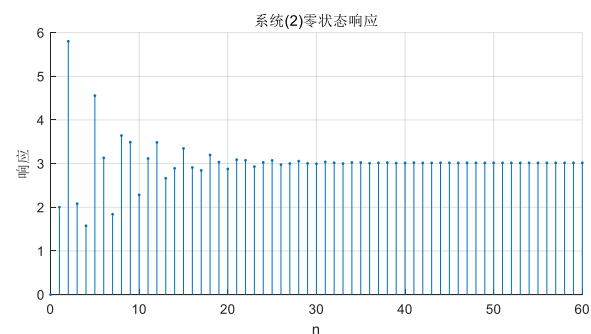
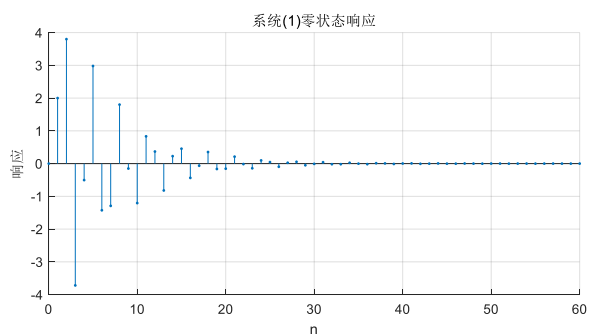
2. 分析线性时不变系统的线性性质



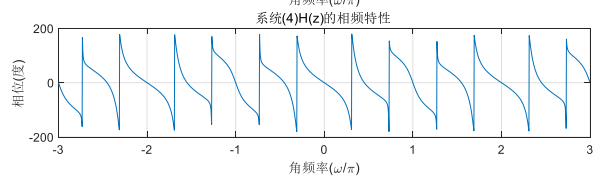
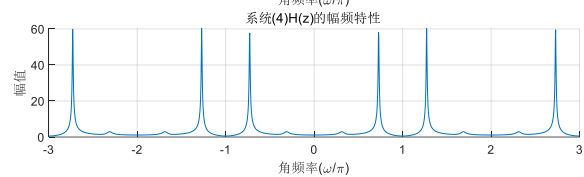
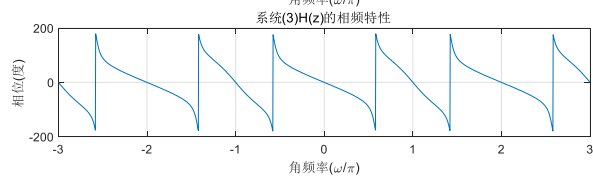
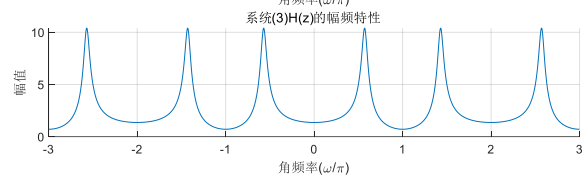
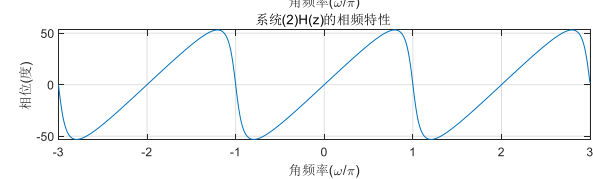
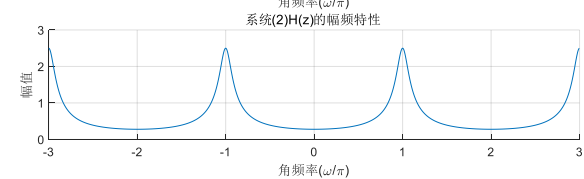
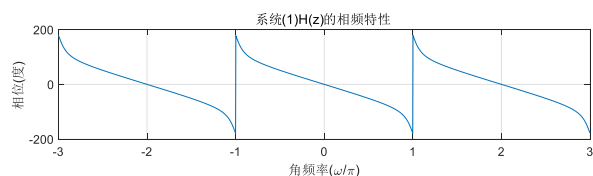
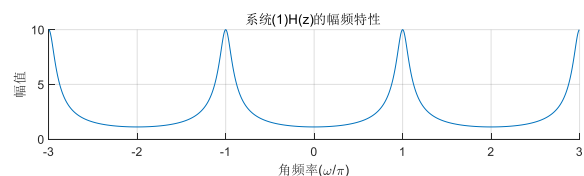
3. 线性时不变连续系统的频率特性



4. 离散系统的零状态响应



5. 离散系统的频率特性



四、实验结果分析讨论

2. 分析线性时不变系统的线性性质

线性时不变系统中，当输入线性叠加时，输出也线性叠加。

3. 线性时不变连续系统的频率特性

系统（1）是高通滤波器；系统（2）是低通滤波器，系统（3）是某一频率的采频放大器；系统（4）是低通滤波器+特定频率的放大器。

5. 离散系统的频率特性

所有幅频相频特性均以 2π 为周期重复，体现了时域离散-频域周期的特性。

五、实验思考题

1. 两个线性时不变系统相加后，其和是否仍然是线性时不变系统？

答：是。线性时不变系统满足叠加性。两个线性时不变系统相加后仍是线性时不变系统。

2. 定义系统的冲激响应与阶跃响应有什么工程意义？什么样的系统可以利用冲激响应求系统的零状态响应？

答：工程意义：(1) 冲激响应可以用来反映系统的稳定性。(2) 冲激响应用来求系统的传递函数。时域冲激响应的拉氏变换为系统的传递函数。(3) 可以通过与单位冲激响应的时域卷积求解任意激励的响应。

线性时不变系统可以利用冲激响应求系统的零状态响应。

3. 通过连续系统的零极点分布图，总结出系统稳定的规律。

答：系统稳定的充要条件是系统极点全部位于左半平面。

若在虚轴存在极点，右半平面无极点，则处于临界稳定状态；若在右半平面存在零点，则系统处于不稳定状态。

4. 离散系统的频率响应特性 $H(e^{j\Omega})$ 是 Ω 的连续的周期函数，造成 $H(e^{j\Omega})$ 是周期性的原因是什么？其周期是多少？

答：由线性时不变系统的对偶性，即周期离散-离散周期可知离散系统的频率响应 $H(e^{j\Omega})$ 是周期的。即频率响应周期性是由时域离散造成的。

离散系统相当于对连续系统进行采样间隔为 $1s$ 的采样。由采样定理，连续系统采样后的频谱相当于对原连续信号频谱进行以 $\omega_s = \frac{1}{T_s}$ 为周期的周期延拓，幅度乘以 $\frac{1}{T_s}$ 。故离散信号频谱的周期为 2π 。或根据定义同样也可以得到周期为 2π 。