**信号与系统实验4-----**

**连续&&离散时间信号与系统的变换域分析实验**

一、实验目的

* 掌握频域系统函数的概念和物理意义；
* 利用Matlab实现连续时间系统的频域分析。
* 掌握利用Matlab求连续时间函数的拉普拉斯变换和拉普拉斯反变换；
* 掌握利用Matlab求离散时间信号的z变换和反z变换；
* 掌握利用Matlab分析系统函数极零点分布与系统特性的关系；

1. 实验原理

* 频率响应

频率响应函数的定义为系统的零状态响应的傅里叶变换与输入激励信号的傅里叶变换只比，即：

其中，是响应与激励信号幅度之比，称为幅频特性（响应）；是响应和激励信号的相位差，成为相频特性（响应）。

* 单边拉普拉斯变换定义为

|  |  |
| --- | --- |
|  | （1） |

由于拉普拉斯变换的自变量s为复数，因此其求解不适合采用数值计算的方法。但MATLAB提供了符号函数laplace、ilaplace求解信号的单边拉普拉斯变换和反变换。

连续时间线性时不变系统的系统函数H(s)通常是有理分式，将分子、分母化成关于s的最简正幂多项式，使得分母多项式等于零的根称为极点（即特征根），分子多项式等于零的根称为零点。借助零极点可以进行系统特性的分析，比如系统的滤波特性。

* 单边z变换定义为

|  |  |
| --- | --- |
|  | （2） |

由于z变换的自变量z为复数，因此其求解不适合采用数值计算的方法。但MATLAB提供了符号函数ztrans、iztrans求解信号的单边z变换和反变换。

离散时间线性时不变系统的系统函数H(z)通常是有理分式，将分子、分母化成关于z的最简正幂多项式，使得分母多项式等于零的根称为极点（即特征根），分子多项式等于零的根称为零点。借助零极点可以进行系统特性的分析，比如系统的滤波特性。

1. 实验涉及的部分MATLAB函数
2. freqs

功能：计算连续时间系统的频率响应

调用格式：

freqs(b,a)；在当前窗口绘制幅频和相频曲线。

[h,w]= freqs(b,a)；自动设定200个频率点来计算频率响应h，将200个频率点记录在w中。

[h,w]=freqs(b,a,n)；设定n个频率点计算频率响应。

h = freqs(b,a,w)；计算w上的频率响应。

1. laplace

功能：求符号函数的拉普拉斯变换

调用格式：

X = laplace(x)；求符号函数x的拉普拉斯变换。

X = laplace(x,[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869))；求符号函数x的拉普拉斯变换，返回结果的变量由默认s变为[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869)。

1. ilaplace

功能：求符号函数的拉普拉斯反变换

调用格式：

x = ilaplace(X)；求符号函数X的拉普拉斯反变换。

x = ilaplace(X,[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869))；求符号函数X的拉普拉斯反变换，返回结果的变量由默认t变为[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869)。

1. pzmap

功能：绘制连续时间系统的零极点图

调用格式：pzmap(b,a)；绘制由向量b和a构成的系统函数确定的零极点图。

1. impulse

功能：计算系统冲激响应

调用格式：impulse(b,a);计算由向量b和向量a构成的系统函数对应系统的冲激响应。

1. tf2zp

功能：实现系统函数到极零点分布的转换，可用于绘制极零图

调用格式：

tf2zp(b,a);绘制由向量b和a构成的系统函数确定的零极点图。

1. zp2tf

功能：实现极零点分布到系统函数的转换

调用格式：

(b,a) = zp2tf(z,p,k)；其中z,p,k分别为零点向量、极点向量、增益系数，b,a分别为系统函数的分子和分母多项式系数向量。

1. ztrans

功能：求符号函数的z变换

调用格式：

X = ztrans(x)；求符号函数x的z变换。

X = ztrans(x,[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869))；求符号函数x的z变换，返回结果的变量由默认z变为[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869)。

1. iztrans

功能：求符号函数的z反变换

调用格式：

x = iztrans(X)；求符号函数X的z反变换。

x = iztrans (X,[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869))；求符号函数X的z反变换，返回结果的变量由默认n变为[transVar](https://www.mathworks.com/help/releases/R2018a/symbolic/ztrans.html?searchHighlight=ztrans&s_tid=doc_srchtitle" \l "d119e174869)。

1. zplane

功能：绘制离散时间系统的零极点图

调用格式：zplane(b,a)；绘制由向量b和向量a构成的系统函数确定的零极点图。

1. impz

功能：绘制离散时间系统的单位函数响应

调用格式：impz(b,a,n)；绘制由向量b和向量a构成的的系统函数对应系统的单位函数响应前n个点。

1. 实验内容

* **实验1: 连续时间系统的频域分析实验**

1. 已知某系统微分方程为：，画出该系统的幅频和相频响应曲线。
2. 对于上题中的二阶系统，当输入信号为时，求系统输出，绘制时域波形。结合实验结果，分析该系统的滤波特性。

* **实验2：s域实验**

1. （LT实验）利用MATLAB求

的LT变换，说明收敛域。

1. （LT反变换实验）有始信号的拉斯变换如下，

利用MATLAB求其拉普拉斯反变换。

1. (极点对系统特性的影响)某一阶系统的系统函数为

分别绘制极点处于-1.5，-0.5，0，0.5，1.5时的极零图及对应的冲激响应函数。观察现象，总结极点如何影响冲激响应函数，进而总结其对于系统稳定性的影响。

* **实验3：z域实验**

1. （ZT实验）利用MATLAB求信号

的ZT变换，并说明收敛域。

1. （ZT反变换实验）有始信号的Z变换如下：

利用MATLAB求其单边反z变换。

1. 利用MATLAB画出下列系统函数的极零图以及对应的时域单位函数响应的波形，并分析系统函数的极点对于时域波形的影响。

五、评分细则

根据实验过程考查（10%）、实验报告书写（90%）两方面给出实验总成绩。

实验报告书写评分细则：

* 内容1（18分）：题1（8分，其中幅频曲线4分，相频曲线4分）；题2（10分，其中输出信号的时域波形6分，系统滤波特性4分）。
* 内容2（36分）：题1（2\*2分，其中**收敛域**1分/小题）、题2（2\*2分）、题3（28分，其中极零图（2\*5分）、单位冲激响应（2\*5分）、极点如何影响冲激响应函数（4分）、如何影响稳定性（4分））。
* 内容3（40分）：题1（2分，其中收敛域1分）、题2（2分）、题3（36分，其中极零图（2\*7分）、时域单位函数响应（2\*7分）、现象总结（8分））。
* 总结实验体会和感悟（6分）

六、实验要求

* 遵守实验纪律，不迟到早退；
* 认真撰写实验报告，在报告中附源代码、最终图像结果、问题分析、实验感悟等内容，**不要抄袭**！
* 实验结束两周内提交实验报告。