**信号与系统第一次实验**

**实验预习**

1. 如何创建函数文件？函数的一般结构是什么？写出impulse()函数的描述？
2. 阅读本文档的**相关MATLAB函数，**回答如何获得矩形脉冲信号的函数表达，并解释该函数各参数的意义。写出MATLAB中的2种画图命令，以及x轴标签/ y轴标签/ 图形标签的命令语句。
3. 电影放映过程中的快镜头和慢镜头分别通过什么运算可以得到？
4. 连续时间信号可分解为冲激信号的线性组合有何实际意义？离散时间序列可分解为脉冲序列的线性组合有何实际意义？

5、已知连续时间线性时不变系统的输入表示为，则输出一定是，即LTI系统的输入能表示为复指数的线性组合，那么系统的输出也能表示为相同复指数信号的线性组合，并且输出表达式的每一个系数都可用输入中的系数ak与H(zk)相乘来求得。这是书上3.3.2节的内容，根据上述内容写出实验第5题周期矩形脉冲信号的函数表达式，并计算f（t）的频谱系数ak，为编程做准备。

6、根据第7题电路图，求出RLC二阶低通滤波器的系统函数H(jw)。（提示：）

7、freqs()函数有哪几个参数，分别代表什么意思？

8、对于线性非时变系统，为什么能够通过卷积积分（和）求系统的零状态响应？卷积积分（和）的物理含义是什么？

9、复习第四章连续时间傅里叶变换并写出卷积性质的公式。相关MATLAB函数中定义了prefourier函数实现傅里叶变换和逆变换，预习每个参数代表的含义。

10、复习书上9.4节《 由零极图对傅里叶变换进行几何求值》并画出

****的零极图。

11、试总结说明，如何利用H(s)的零极点分布了解系统的时域与频域特性?

**实验目的**

掌握以下几点：

1. 连续时间信号在MATLAB中的表示和运算
2. 用MATLAB对周期信号的傅里叶级数进行分析
3. 用MATLAB对连续时间LTI系统进行时域分析、频域分析和复频域分析

**实验内容**

**实验一 连续时间信号的表示、连续时间LTI系统的时域分析**

1、用MATLAB命令产生如下信号，并绘出波形图，标明横纵坐标。

（1）

（2）

（3），并用axis命令把图像调整到画布中间。

（4）用440Hz正弦波乘以4Hz正弦波得到震音，并用sound函数播放。

2、已知信号的波形如图所示，试用MATLAB命令

（1）画出的波形图，添加网格线，标明横纵坐标和title。

（2）画出、、、的波形图，添加网格线，标明横纵坐标和title，要求用subplot命令把4个图画在同一画布上。



3、已知描述系统的微分方程和激励信号如下

，

要求： 分别用MATLAB的impulse()函数和lsim()函数绘制系统的冲激响应和零状态响应，得出其时域波形；

4、已知两连续时间信号如下图所示，试用MATLAB求，并绘出的时域波形图。（设定取样时间间隔为p）回答：用不同的p计算出的卷积数值近似值有何不同？



**实验二 周期信号的傅里叶级数分析**

5、已知周期矩形脉冲信号的波形如图所示，设脉冲幅度为1，宽度为，周期为，用MATLAB绘制信号的频谱图，并研究脉冲宽度变化时（分别取、；、；、），对其频谱的影响。

(提示：采样点k=0时，需要对频谱图单独赋值)



6、设系统的频率响应为，若外加激励信号为，用MATLAB求其响应，并说明信号通过系统后有何变化？

画图要求：（1）输入信号波形（2） 输出信号波形

**实验三 连续时间LTI系统的频域分析**

7、下图是用RLC元件构成的二阶低通滤波器。设，，，系统的输入*x(t)=sin(t)+sin(20t)*，试用MATLAB的*freqs*()函数绘出该系统的幅频特性曲线和相频特性曲线。并求系统的零状态响应*yzs(t)*。

（求模：abs()函数，求相角：angle()函数）



8、假设基带信号为，被调制成，在接收端又被解调为，并通过低通滤波器



得到信号。试用MATLAB绘制上述各个信号的时域波形和频谱。

画图要求：时域波形在一张画布上，频域波形在一张画布上；并标明横纵坐标。

**实验四 连续时间LTI系统的复频域分析**

9、已知某二阶系统的零极点分别为，，（二重零点），试用MATLAB绘出该系统在0 ~ 1kHz频率范围内的幅频特性曲线（要求用频率响应的几何求解方法实现），并说明该系统的作用。

10、已知系统的系统函数为



试用MATLAB命令pzmap绘出其零极点分布图并判定该系统是否稳定。

11、已知实指数函数，x(t)被余弦函数调制后得，求y(t)的拉普拉斯变换，画出y(t)的图形以及变换后的零极点分布图。

**相关MATLAB函数**

**1、**矩形脉冲信号在MATLAB中可用rectpuls函数产生，其格式为

y=rectpuls(t,width)

该函数用于产生一个幅度为1、宽度为width，且以为对称轴的矩形脉冲信号，width的默认值为1。

**2、**单位阶跃信号u(t)表示为： u =stepfun(t, t0);

其中：t是以向量形式表示的变量，t0表示信号发生突变的时刻。

**3、**设描述连续时间系统的微分方程为



则可用向量和表示该系统，即





注意，向量和的元素一定要以微分方程时间求导的降幂次序排列，且缺项要用0补齐。如微分方程



表示该系统的向量为





（1）求解冲激响应：impulse()函数

① impulse(b,a,t)

该调用格式绘制由向量和定义的连续时间系统在时间范围内的冲激响应的时域波形。

（3）求解零状态响应：lsim()函数

① lsim(b,a,x,t)

在该调用格式中，和是描述系统的两个行向量，表示输入信号时间范围的向量，则是输入信号在向量定义的时间点上的取样值。

4、傅里叶变换

prefourier函数实现傅里叶变换和逆变换，代码如下：

function [t,omg,FT,IFT]=prefourier(Trg,N,OMGrg,K)

%Trg为时域起止范围

%N为时域抽样点数

%OMGrg为频域起止范围

%K为频域抽样点数

%t为抽样时间点

%omg为抽样频率点

%FT为傅里叶变换矩阵（将该矩阵左乘信号即得信号的傅里叶变换）

%IFT为傅里叶反变换矩阵（将该矩阵左乘信号即得信号的傅里叶反变换）

T=Trg(2)-Trg(1);

t=linspace(Trg(1),Trg(2)-T/N,N)';

OMG=OMGrg(2)-OMGrg(1);

omg=linspace(OMGrg(1),OMGrg(2)-OMG/K,K)';

FT=T/N\*exp(-j\*kron(omg,t'));

IFT=OMG/2/pi/K\*exp(j\*kron(t,omg'));

代码分析：

傅里叶变换的表达式为



其中，为的主要取值区间，定义为区间长度，在该区间内抽样个点，抽样间隔为，得到



用上式可以算出任意频率点的傅里叶变换值。假设的主要取值区间位于，要计算其均匀抽样的个值，则有



其中，。

上式用矩阵形式表示为



简写为

（可见，关键是构造矩阵，将该矩阵左乘信号即得信号的傅里叶变换，当然还有一个系数，可对照前面的prefourier函数，就实现了该功能）

傅里叶反变换是相同的分析思路，用矩阵形式表示为



简写为

（可见，关键是构造矩阵，将该矩阵左乘信号的频谱即得其傅里叶反变换，当然还有一个系数，可对照前面的prefourier函数，就实现了该功能）

5、设系统的频率响应为







求解频率响应：freqs()函数

（1）[h,w]=freqs(b,a)

该调用格式中w为系统频率响应的频率范围。向量h返回在向量w的频率点上系统频响的样值。将计算默认频率范围内200个频率点的系统频率响应的样值，并赋值给返回变量h，200个频率点记录在w中。

（2）[h,w]=freqs(b,a,n)

该调用格式将计算默认频率范围内n个频率点的系统频率响应的样值，并赋值给返回变量h，n个频率点记录在w中。

6、设系统的频率响应为







7、系统函数零极点分布图的绘制

采用pzmap函数绘制系统函数的零极点分布图，格式为pzmap(sys)，其中，sys表示LTI系统的模型。LTI系统模型的定义可通过tf函数获得，其格式为sys=tf(b,a)。

8、拉普拉斯变换

L = laplace(F) 表示对已声明变量F 做拉普拉斯变换，得到L。其中F的横坐标是默认的独立变量t，定义为syms t。