

成都理工大学

# 本科生实验报告

实验课程 信号与系统

学院名称 核技术与自动化工程学院

专业名称 测控技术与仪器

学生姓名 \_\_\_\_\_

学生学号 \_\_\_\_\_

指导教师 \_\_\_\_\_

实验地点 6C802

实验成绩 \_\_\_\_\_

二〇 年 月 —— 二〇 年 月

## 填写说明

1、适用于本科生所有的实验报告（印制实验报告册除外）；

2、专业填写为专业全称，有专业方向的用小括号标明；

3、格式要求：

① 用 A4 纸双面打印（封面双面打印）或在 A4 大小纸上用蓝黑色水笔书写。

② 打印排版：正文用宋体小四号，1.5 倍行距，页边距采取默认形式（上下 2.54cm，左右 2.54cm，页眉 1.5cm，页脚 1.75cm）。字符间距为默认值（缩放 100%，间距：标准）；页码用小五号字底端居中。

③ 具体要求：

**题目**（二号黑体居中）；

**摘要**（“摘要”二字用小二号黑体居中，隔行书写摘要的文字部分，小 4 号宋体）；

**关键词**（隔行顶格书写“关键词”三字，提炼 3-5 个关键词，用分号隔开，小 4 号黑体）；

正文部分采用三级标题；

**第 1 章** ××(小二号黑体居中，段前 0.5 行)

**1.1** ×××××小三号黑体×××××（段前、段后 0.5 行）

**1.1.1** 小四号黑体（段前、段后 0.5 行）

**参考文献**（黑体小二号居中，段前 0.5 行），参考文献用五号宋体，参照《参考文献著录规则（GB/T 7714—2005）》。

**实验报告中要求写出程序并画出波形**

**MATLAB** 是一种用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级语言，广泛应用于信号分析与处理相关课程的教学。在信号与系统实验中引入 **MATLAB**，使学生将所学到的理论知识转化为算法实现，并直观观察运算结果及波形，有助于加深对信号与系统的基本原理、方法的理解，进一步培养学生的分析运算能力和解决实际问题的能力，为工作及后续课程的学习打下坚实的基础。

## 实验 1 常用信号在 MATLAB 中的描述及绘图

## 一. 实验目的

通过本实验要求能熟练掌握 MATLAB 中的常用命令,能够对信号与系统中的常用信号进行描述及绘图。

## 二、内容

信号与系统中常用信号的描述; 信号与系统中常用信号的绘图;

1. 画出  $f(t)=t$ 、 $f(t)=tu(t)$ 、 $f(t)=(t-1)u(t)$ 、 $f(t)=(t-1)u(t-1)$  的波形，比较它们之间的区别。

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

2. 已知连续时间信号  $f(t)=\cos(2t)$ ，离散时间信号  $f(n)=\cos(2n)$

(1) 分析  $f(t)$ 及  $f(n)$ 是否为周期信号，若是周期信号，确定其周期；

(2) 画出  $f(t)$ 及  $f(n)$ 的波形；

3. 已知  $f(n)=(1,2,3,4,5, 6,7,8,9)$ ，当  $n=1,2,3,4, 5,6,7,8,9$  时，画出  $f(n)$ 、 $f(-1-n)$  及  $f(3n+1)$ 的波形，理解信号的基本运算；

4. 使用符号运算功能计算

(1)  $u(t+3)-u(t)$ 的导数。

(2)  $tu(t)$ 的导数。

(3)  $(t-1)u(t-1)$ 的导数

(4)  $e^{2jt}$  的微分和积分

5 画出单位脉冲序列  $\delta(n)$ 和单位阶跃序列  $u(n)$ 的波形；

思考题:

(1) 连续时间指数信号及正弦信号是否一定是周期信号？离散时间指数信号及正弦信号是否一定是周期信号？说明原因。

(2) 信号的基本运算包括位移、尺度变换及自变量的翻转，分析在对信号进行变换时，运算的先后顺序对结果是否有影响？

(3) 说明  $u(t)$  与  $\delta(t)$  及  $u(n)$  与  $\delta(n)$  的关系。

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

## 实验 2 线性时不变系统的时域分析

### 一. 实验目的

已知 LTI(线性时不变)系统的微分方程或差分方程, 可在时域中对系统的零输入响应、零状态响应及全响应进行分析。本次实验掌握在时域中对连续和离散时间线性时不变系统响应进行分析的方法; 掌握在 MATLAB 中用相应的函数对系统进行时域分析; 掌握用 Matlab 进行卷积运算的数值方法和解析方法, 加深对卷积的理解。

### 二. 实验原理

产生系统响应的原因: 系统的初始状态 + 系统的输入  
根据线性时不变系统的线性性和时不变性, 系统的全响应为零输入响应 + 零状态响应。

#### 1. 连续时间线性时不变 (CT LTI) 系统的全响应的时域分析

$y(t) = y_{zi}(t) + y_{zs}(t)$ , 请分别描述系统的零输入响应和零状态响应如何求解。

(1) 连续时间线性时不变系统的零输入响应  $y_{zi}(t)$  的求解过程为:

①

②

(2) 连续时间线性时不变系统的零状态响应  $y_{zs}(t)$  的求解过程为:

①

②

#### 2. 离散时间线性时不变 (DT LTI) 系统的全响应的时域分析

$y(n) = y_{zi}(n) + y_{zs}(n)$ , 请分别描述系统的零输入响应和零状态响应如何求解。

(1) 离散时间线性时不变系统的零输入响应  $y_{zi}(n)$  的求解过程为:

①

②

(2) 离散时间线性时不变系统的零状态响应  $y_{zs}(n)$  的求解过程为:

①

②

### 3. 卷积的定义及性质

连续时间信号卷积积分的定义:

离散时间信号卷积和的定义:

## 二. 实验内容

1. 已知系统的微分方程如下:

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2 \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = \frac{df(t)}{dt} + 2f(t)$$

(1) 用 MATLAB 画出该系统的冲激响应

(2) 画出该系统在输入信号  $f(t)=e^{-2t}u(t)$  时的零状态响应的波形;

(3) 改变取样的时间间隔  $p$  观察对波形的影响;



[illegible]

---

---

---

---

---

---

4. 若  $f(n)=h(n)=R_{10}(n)$ ，求  $y(n)=f(n)*h(n)$ 并画出波形。

**思考题：**

1. 在求解系统响应的 MATLAB 函数中， $a$  和  $b$  各代表什么含义？如 `impulse(b,a,t1:p:t2);`
2. 两个长度分别为  $M$  何  $N$  的离散时间信号进行卷积，卷积结果的长度应为多少？
3. 说明 LTI 连续及离散时间系统的冲击响应与阶跃响应的关系？

# 实验 3 连续时间信号、系统的频域分析

## 一. 实验目的

信号从时域分析，可知道其幅度随时间变化的情况；信号从频域分析，可知道信号的频率分量及各频率分量的幅度和相位。傅里叶变换就是将一个信号的时域表示形式映射到频域表示形式；傅里叶逆变换则相反。本次实验掌握利用傅立叶正反变换对信号时域或频域进行分析；掌握系统的频率响应函数的概念，并能分析系统的幅频特性和相频特性，熟悉 MATLAB 中的相关函数。

## 二. 实验原理

### 1. 傅里叶变换公式

傅里叶正变换：

---

---

傅里叶逆变换：

---

---

### 2. 常用的傅里叶变换对

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. 傅里叶变换性质

---

---

---

---

---

---

---

## 二. 实验内容

1. 用 MATLAB 计算双边指数信号的 FT 并画出波形，a 为常数；

双边指数信号  $f(t) = e^{-a|t|}$

---

---

---

---

---

---

---

---

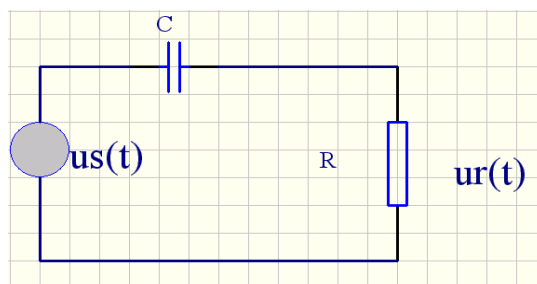
---

---

2. 用matlab计算  $\cos \omega_0 t$  及  $\sin \omega_0 t$  的 FT, 令  $\omega_0=5$
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

4. (1)计算  $\text{Sa}(t)$  傅立叶变换并画出频域及时域波形  
(2)计算  $\text{Sa}(\omega)$  的傅立叶逆变换并画出其时域及频域波形；  
(3)计算  $\text{Sa}(\omega - 2)$  的傅立叶逆变换并画出其时域及频域波形；  
(4)对比(1)、(2)的时域及频域波形，说明傅立叶变换对偶性质的特点。  
(5)对比(2)、(3)的时域及频域波形，说明傅立叶变换频移性质的特点。

4. 下图是一个简单的高通滤波器，画出其幅频特性和相频特性曲线，分别令  $RC=0.001$  及  $RC=0.00001$  比较其幅频特性的变化；



5. 信号  $f(t)=\sin(200 \pi t)+\sin(500 \pi t)$ , 用 `fft()` 函数计算其傅立叶变换并分别画出信号时域中的波形及频谱图。

**思考题:**

- (1) 信号在时域中时移对频域有何影响? 信号在频域中频移对时域有何影响?
- (2) 信号在时域中展宽, 频域有何变化? 信号在频域中展宽, 时域域会有何变化?
- (3) 傅立叶变换的对偶性有何特点?

## 实验 4 系统的零极点分析

### 一. 实验目的

对于线性时不变系统，系统的零极点分布决定了系统的特性，若系统的零极点已知，则系统函数可根据零极点确定，从而可以分析系统的时域特性、频率特性及系统的稳定性等。本次实验掌握系统函数及零极点的概念、掌握零极点分布于系统函数的关系、掌握对连续和离散系统的稳定性进行分析的方法；掌握如何用 MATLAB 分析系统的零极点及系统的稳定性。

### 二. 实验原理

#### 1. 连续时间系统微分方程为

$$y^{(N)}(t) + a_{N-1}y^{(N-1)}(t) + \cdots + a_1y'(t) + a_0y(t) = b_Mf^{(M)}(t) + \cdots + b_0f(t)$$

写出该系统的系统函数  $H(s)$ :

---

---

#### 2. 连续时间系统零极点和系统稳定性的关系为:

---

---

#### 3. 离散时间系统差分方程为

$$y[n] + c_1y[n-1] + \cdots + c_Ny[n-N] = d_0f[n] + \cdots + d_Mf[n-M]$$

写出该系统的系统函数  $H(z)$ :

---

---

#### 4. 离散时间系统零极点和系统稳定性的关系为:

---

---

### 三. 实验内容

#### 1. 已知一连续时间线性非时变系统的系统函数为

$$H(s) = \frac{s^2 - 4}{s^4 + 2s^3 - 3s^2 + 2s + 1}$$

画出系统的零极点图并判断系统的稳定性。

---

---

2. 已知一离散时间线性非时变系统的系统函数为

$$H(z) = \frac{-3z^{-1}}{2 - 5z^{-1} + 2z^{-2}}$$

画出系统的零极点图并判断系统的稳定性。

**思考题：**

- (1) 判断连续时间及离散时间 LTI 系统稳定性的方法有哪些？如何判断？
- (2) 对于 LTI 系统，其零极点数目是否相等？
- (3) 系统的零极点和系统函数如何相互转化？



<p>学生 实验 心得</p>	<p>学生 ( 签名 ):</p> <p>年    月    日</p>
<p>指导 教师 评语</p>	<p>成绩评定 :</p> <p>指导教师 ( 签名 ):</p> <p>年    月    日</p>