

浙江大学实验报告

专业： 电子信息工程
姓名： 王涵
学号： 3200104515
日期： 2022.11.3
地点： 寝室

课程名称： 控制理论(乙) 指导老师： 韦巍 成绩：
实验名称： 仿真实验—模型转换

一、 实验目的

1. 掌握 MATLAB 中控制系统不同模型的表示方法及其相互转换。

二、 实验原理

1. 系统的数学模型就是描述系统输入、输出变量以及内部其它变量之间关系的数学表达式。控制系统数学模型的表示形式有微分方程、状态空间方程、传递函数、零极点模式、部分分式形式。

MATLAB 中主要的三种数学模型表示形式是：

(1) 传递函数模型：

$$\text{数学形式: } H(s) = \frac{\text{num}(s)}{\text{den}(s)} = \frac{b_1 s^m + b_2 s^{m-1} + \dots + b_{m+1}}{a_1 s^n + a_2 s^{n-1} + \dots + a_{n+1}}$$

格式：sys=tf (num, den)

功能：建立连续系统的传递函数模型

(2) 零极点形式：

$$\text{数学形式: } H(z) = k \frac{(s-z_1)(s-z_2)\dots(s-z_m)}{(s-p_1)(s-p_2)\dots(s-p_n)}$$

格式：sys=zpk (z, p, k)

功能：建立零极点形式的数学模型

(3) 状态空间形式：

$$\text{数学形式: } \begin{cases} \dot{x} = ax + bu \\ y = cx + du \end{cases}$$

格式：sys=ss (A, B, C, D), sys=ss (A, B, C, D, T)

功能：建立系统的状态空间表达式

2. 不同数学模型间的转换函数：

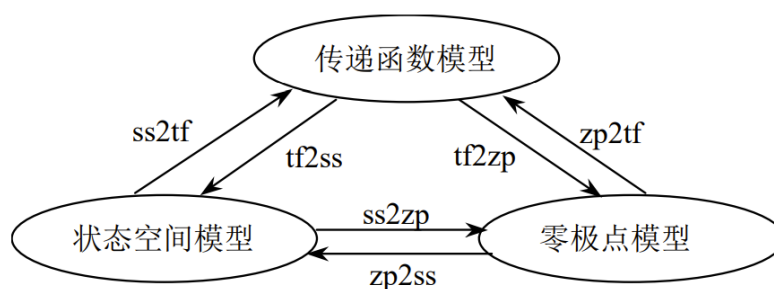


图 2.1 转换函数

三、 实验内容

1. 设系统的传递函数为:

$$H(s) = \frac{6s + 18}{s^3 + 8s^2 + 17s + 10}$$

求系统的零极点模型及状态空间模型，并判断系统的稳定性。

2. 给定系统状态空间方程

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -2.8 & -1.4 & 0 & 0 \\ 1.4 & 0 & 0 & 0 \\ -1.8 & -0.3 & -1.4 & -0.6 \\ 0 & 0 & 0.6 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} u$$
$$y = [0 \ 0 \ 0 \ 1]x$$

求传递函数模型和零极点模型，并判断其稳定性。

四、 实验数据记录、处理和分析

代码:

```
%% Problem 1
```

```
num = [0,0,6, 18];
```

```
den = [1, 8, 17, 10];
```

```
[z, p, k] = tf2zp(num, den);
```

```
[A, B, C, D] = tf2ss(num, den);
```

```
ZPK = zpkm(z,p,k);
```

```
G = tf(num, den);
```

```
roots(G.den{1});
```

```
ABCD = ss(A,B,C,D);
```

输出结果:

```
G =
      6 s + 18
      -----
      s^3 + 8 s^2 + 17 s + 10

ZPK =
      6 (s+3)
      -----
      (s+5) (s+2) (s+1)

ans =

-5.0000
-2.0000
-1.0000

ABCD =

A =
      x1  x2  x3
x1  -8  -17  -10
x2   1   0   0
x3   0   1   0

B =
      u1
x1   1
x2   0
x3   0

C =
      x1  x2  x3
y1   0   6  18

D =
      u1
y1   0
```

传递函数的三个极点为-5, -2, -1, 均在复平面的左半平面, 因此系统是稳定的
代码:

%% Problem 2

```
A1=[-2.8 -1.4    0    0;
      1.4    0    0    0;
      - 1.8  -0.3 -1.4 -0.6;
      0      0    0.6  0];

B1 = [1; 0; 1; 0];

C1 = [0 0 0 1];

D1 = 0;

[num1, den1] = ss2tf(A1, B1, C1, D1);

[z1, p1, k1] = ss2zp(A1, B1, C1, D1);
```

```
G1 = tf(num1, den1);
```

```
ZPK1=zpk(z1,p1,k1);
```

```
roots(G1.den{1});
```

```
ABCD1 = ss(A1,B1,C1,D1);
```

输出结果:

```
G1 =  

$$\frac{0.6 s^2 + 0.6 s + 0.924}{s^4 + 4.2 s^3 + 6.24 s^2 + 3.752 s + 0.7056}$$
  
  
ZPK1 =  

$$\frac{0.6 (s^2 + s + 1.54)}{(s+1.4)^2 (s+1.061) (s+0.3394)}$$
  
  
ABCD1 =  
A =  
    x1  x2  x3  x4  
x1 -2.8 -1.4  0  0  
x2  1.4  0  0  0  
x3 -1.8 -0.3 -1.4 -0.6  
x4  0  0  0.6  0  
B =  
    u1  
x1  1  
x2  0  
x3  1  
x4  0  
C =  
    x1  x2  x3  x4  
y1  0  0  0  1  
D =  
    u1  
y1  0  
ans =  
  
-1.4000  
-1.4000  
-1.0606  
-0.3394
```

该系统传递函数极点为 $p_1=p_2=-1.4$, $p_3=-1.061$, $p_4=-0.3394$, 均在复平面的左半平面, 因此系统稳定。

五、 实验心得与体会

本次的实验主要是熟悉 matlab 中与控制系统相关的函数, 主要了解了控制系统的传递函数、零极点形式、状态空间函数数学模型的 matlab 表示形式, 掌握了通过转换函数实现三种数学模型之间的转换。总的来说, 本次的实验难度不大, 易于上手。