自动控制原理II线性系统分析与设计

实验报告

课　　程：自动控制原理II

学　　号：20211001578

班　　级：231216

姓　　名：王愉杰

指导老师：张传科

2023年11月28日

目录

第一章 实验简介

1.1 实验目标

- ✓ 加深对线性系统分析与设计理论知识的理解与掌握
- ✓ 掌握基于MATLAB软件的系统建模/分析/设计常用方法

1.2 实验内容

- ✓ 《线性系统分析与设计》理论知识、系统分析/设计/仿真一些方法
- ✓ 三大部分：系统模型部分、系统分析部分、系统设计部分
- ✓ 参考资料：讲义PPT，相关参考教材

1.3 实验平台

- ✓ 笔记本电脑（WIN11系统）
- ✓ MATLAB（2022b版本）

第二章 系统模型部分实验

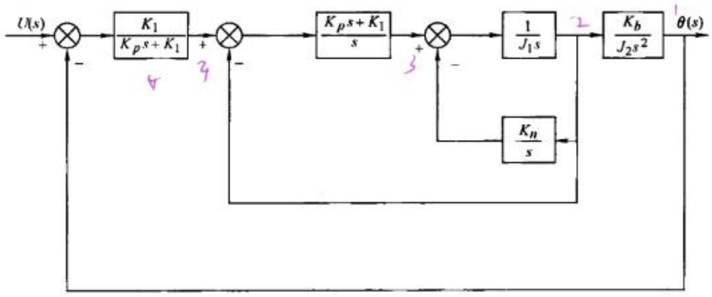
2.1 实验目标

- ✓ 学会MATLAB的使用
- ✓ 掌握线性系统各类数学模型的表示（重点）
- ✓ 掌握线性系统各种数学模型之间的相互转化（重点）
- ✓ 掌握子系统的连接合并

2.2 实验内容1

2.2.1 实验要求

1. 利用MATLAB获取如下系统的 传递函数模型、状态空间模型
2. 利用Simulink搭建上述模型，并观察其单位阶跃响应（相关参数可自由取值）



2.2.2 实验代码

(1) 子块构造：构建出每一个子块的传递函数
clc;clear K1=1; Kp=3; J1=2; J2=3; Kn=1; Kb=2; %写出每个小部分的传递函数 G1=tf([K1],[Kp K1]) G2=tf([Kp K1],[1 0]) G3=tf([1],[J1 0]) G4=tf([Kn],[1 0]) G5=tf([Kb],[J2,0,0])
(2) 逐层聚合：相应的子块进行对应操作：串联or反馈
G6=feedback(G3,G4,-1) G7=series(G6,G2) G8=feedback(G7,1,-1) G9=series(G1,G8) G10=series(G9,G5) G11=feedback(G10,1,-1) %G11表示传递函数
(3) 得到最终的传递函数模型
G11=feedback(G10,1,-1) %G11表示传递函数
(4) 将传递函数模型转化为状态空间模型

%写出多项式类型的传递函数
num=[6 2 0];
den=[18 33 27 6 6 2 0];
G=tf(num,den)
%将传递函数转变为状态空间表达式
[A B C D]=tf2ss(num,den)

2.2.3 实验结果

- 系统的传递函数

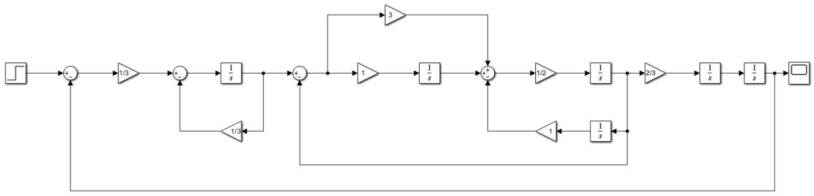
```
G =

                    6 s^2 + 2 s
  -----------------------------------------------
  18 s^6 + 33 s^5 + 27 s^4 + 6 s^3 + 6 s^2 + 2 s
```

- 系统的状态空间表达式

```
A =

   -1.8333   -1.5000   -0.3333   -0.3333   -0.1111         0
    1.0000         0         0         0         0         0
         0    1.0000         0         0         0         0
         0         0    1.0000         0         0         0
         0         0         0    1.0000         0         0
         0         0         0         0    1.0000         0
```

```
B =

     1
     0
     0
     0
     0
     0
C =

         0         0         0    0.3333    0.1111         0

D =

     0
```

- Simulink搭建的结构图



选取初值分别为[1;0;0;0;0;1]时系统响应曲线如下所示：

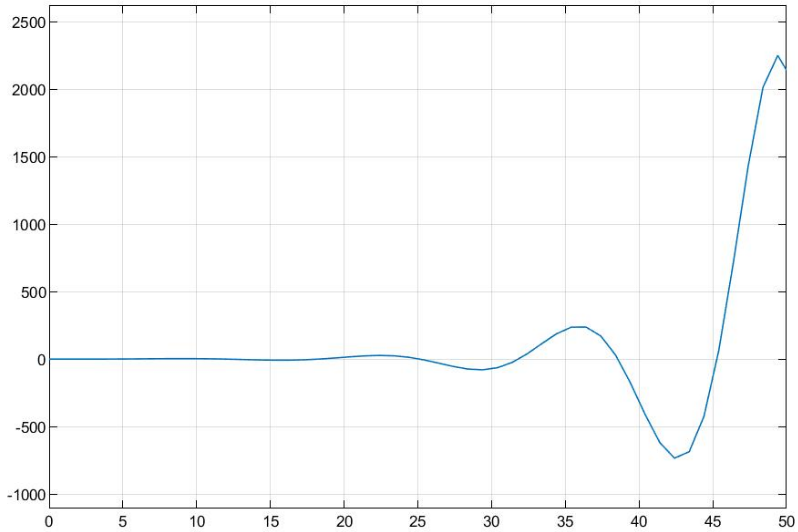


图 1 系统响应曲线

可以看到，系统刚开始处于平稳状态，然后随着时间的推移振荡幅度逐渐增大。

2.3 实验内容2

2.3.1 实验要求

1. 利用Simulink搭建如下系统结构框图
2. 选初始条件[-0.2; 0.3; 0.7]，观察系统的状态响应（用Simulink的示波器模块看）

the following representation of Chua's circuit systems:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = a\left[x_2(t) - h\left(x_1(t)\right)\right] \\ \dot{x}_2(t) = x_1(t) - x_2(t) + x_3(t) \\ \dot{x}_3(t) = -bx_2(t) \\ p(t) = x_1(t) \end{cases} \tag{23}$$

with the nonlinear characteristics of Chua's diode

$$h(x) = m_1 x_1(t) + \frac{1}{2}(m_0 - m_1)\left(|x_1(t) + c| - |x_1(t) - c|\right) \tag{24}$$

and parameters $a = 9$, $b = 14.28$, $c = 1$, $m_0 = -(1/7)$, $m_1 = 2/7$, and $c = 1$.

2.3.2 实验过程

第一问：

Simulink搭建的结构框图如下所示：

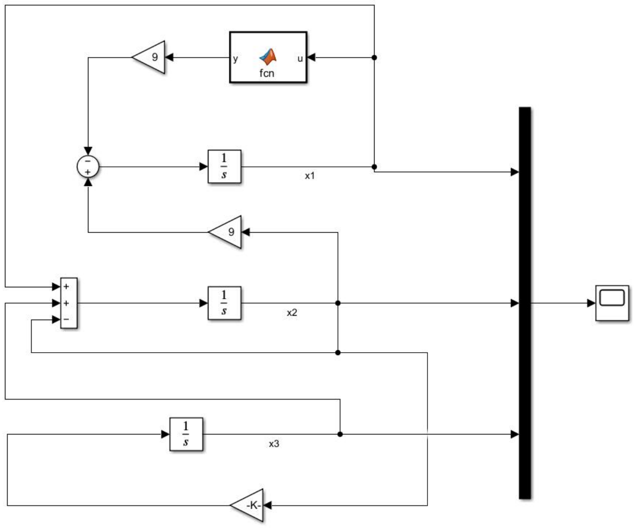


图 2 Simulink结构框图

第二问：

选初始条件[-0.2; 0.3; 0.7]，系统的状态响应如下：

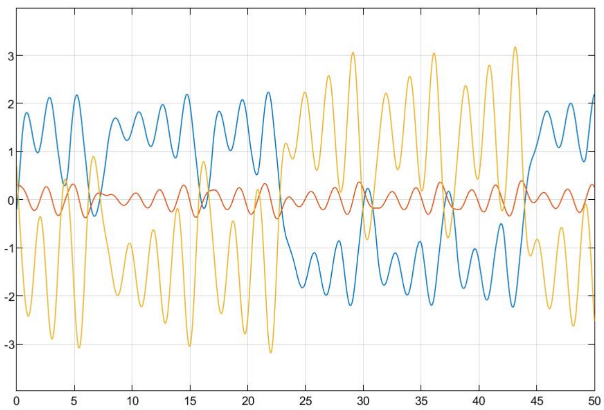


图 3 系统的状态响应

可见，系统现在处于一个混沌状态，不断振荡。

2.4 小结

在系统模型部分的实验中，既有对上学期内容的回顾，亦有对本学期新知识的应用。例如在实验内容1中，编写代码求解整个系统的传递函数就是上学期的知识。后续则是使用到simulink，了解了常用元件如积分器，加法器，示波器，比例器等的使用方法，感受到了simulink仿真的强大功能，尤其是可任意设置初值并及时观察响应曲线，给用户带来很多便捷，为后续的系统分析和设计打下了基础。

在使用simulink时，由于元件非常丰富，刚开始会遇到找不到所需元件的情况，但是通过观看老师的教学视频和自己点开各子目录了解内容，便记下了常用了元件的库中位置，加快了做实验的效率。

第三章 系统分析部分实验

3.1 实验目标

- ✓ 掌握状态空间表达式的求解
- ✓ 掌握能控性与能观性以及与之其相关的状态空间模型变换
- ✓ 掌握系统的稳定性分析

3.2 实验内容1

3.2.1 实验要求

1. 选择两组初值[-0.1,0.1,0.2][1,2,3]
2. 绘制如下系统的系统响应（状态响应+输出响应）曲线
3. 绘制如下系统的状态轨迹

the following representation of Chua's circuit systems:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = a\left[x_2(t) - h\left(x_1(t)\right)\right] \\ \dot{x}_2(t) = x_1(t) - x_2(t) + x_3(t) \\ \dot{x}_3(t) = -bx_2(t) \\ p(t) = x_1(t) \end{cases} \tag{23}$$

with the nonlinear characteristics of Chua's diode

$$h(x) = m_1x_1(t) + \frac{1}{2}(m_0 - m_1)\left(|x_1(t) + c| - |x_1(t) - c|\right) \tag{24}$$

and parameters $a = 9$, $b = 14.28$, $c = 1$, $m_0 = -(1/7)$, $m_1 = 2/7$, and $c = 1$.

3.2.2 实验代码

初值[-0.1,0.1,0.2]

```
%-------现代控制理论课内实验分析部分—第1题--------------------------
%-------231216王愉杰---------------------------------------------
%-------2023.10---------------------------------------------------
clc %清空命令行
clear %清空工作区
figure(1) %创建第一个图框
set(gca,'FontSize',12,'FontName','Times New Roman') %绘图相关设置
```

```
x1=out.x1.signals.values %从simulink运行结果out中提取状态量数值
x2=out.x2.signals.values
x3=out.x3.signals.values
%绘制状态响应图
plot(out.x1.time,x1,'b-', ...
out.x2.time,x2,'r-', ...
out.x3.time,x3,'g-')
xlabel('Time')
ylabel('Output')
title('初始值[-0.1;0.1;0.2]')
grid on
legend('x1','x2','x3')
%绘制状态轨迹图
figure(2)
plot3(x1,x2,x3)
title('初始值[-0.1;0.1;0.2]三维图')
```

初值[1,2,3]

```
clc
figure(1)
set(gca,'FontSize',12,'FontName','Times New Roman')
x1=out.x1.signals.values
x2=out.x2.signals.values
x3=out.x3.signals.values
plot(out.x1.time,x1,'b-', ...
out.x2.time,x2,'r-', ...
out.x3.time,x3,'g-')
xlabel('Time')
ylabel('Output')
title('初始值[1;2;3]')
grid on
legend('x1','x2','x3')
figure(2)
plot3(x1,x2,x3)
title('初始值[1;2;3]三维图')
```

3.2.3实验结果

1. 响应曲线

   初值为[-0.1,0.1,0.2]时，系统响应曲线如下所示：

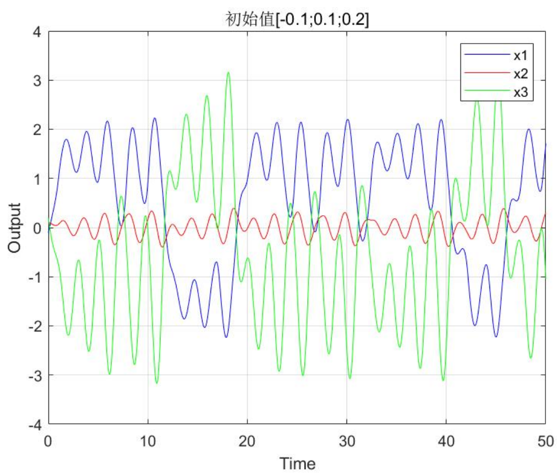


图 4 初值[-0.1,0.1,0.2]系统响应曲线

观察上图发现，初值[-0.1,0.1,0.2]时系统处于混沌状态，一直在振荡。

初值为[1,2,3]时，系统响应曲线如下图所示：

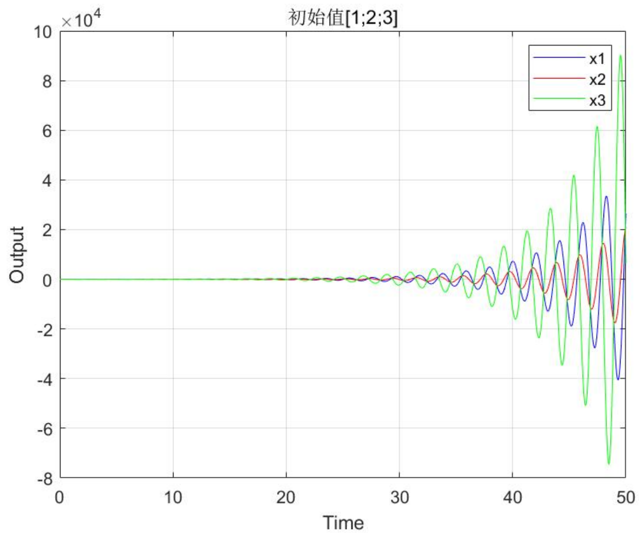


图 5 初值[1,2,3]系统响应曲线

观察上图发现，初值[1,2,3]时，随着时间的推移，系统开始振荡，且振荡幅度越来越大。

2. 状态轨迹

初值为[-0.1,0.1,0.2]时，系统状态轨迹如下所示：

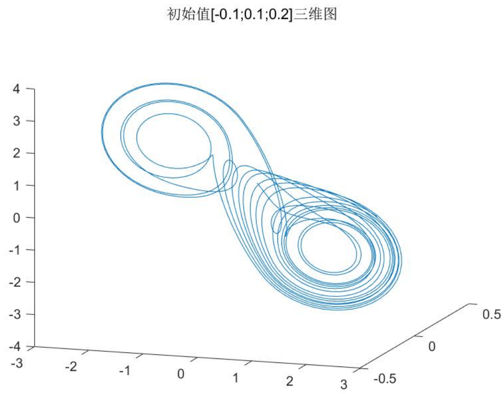


图 6 初值[-0.1,0.1,0.2]系统状态轨迹

初值为[1,2,3]时，系统状态轨迹如下图所示：

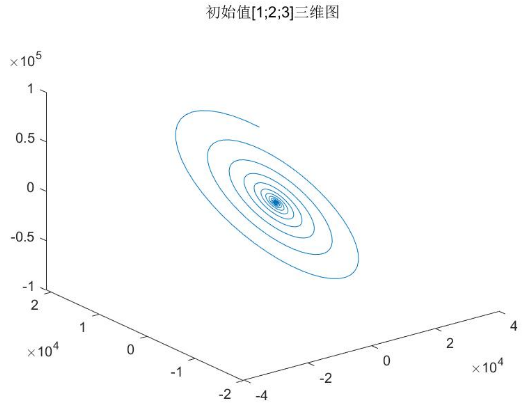
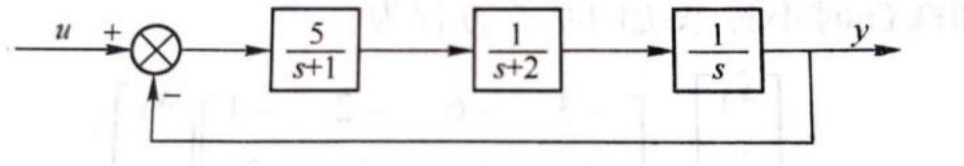


图 7 初值[1,2,3]系统状态轨迹

3.3 实验内容2

3.3.1 实验要求

判断如下系统的稳定性



3.3.2 实验代码

1. 得到系统传递函数，并转化得到状态空间表达式

```
%-------现代控制理论课内实验分析部分——第2题--------------------------
%-------231216王愉杰---------------------------------------------
%-------2023.10---------------------------------------------------
clc %清空命令行
clear %清空工作区

%逐步通过串联，负反馈得到整个系统的传递函数
G1=tf([5],[1 1])
G2=tf([1],[1 2])
G3=tf([1],[1 0])

G4=series(G1,G2)
G5=series(G4,G3)
G7=feedback(G5,1,-1)
%写出多项式类型的传递函数
num=[5];
den=[1 3 2 5];
G=tf(num,den)
%将传递函数转变为状态空间表达式
%
[A B C D]=tf2ss(num,den)
```

2. 方法一：间接法，求特征根

```
Lembda = eig(A)
```

3. 方法二：直接法，能量角度，lyap函数

```
M = eye(size(A,1));
N = lyap(A,M);

det1 = det(N(1,1))
det2 = det(N(1:2,1:2))
det3 = det(N)

Det = [det1;det2;det3]

if min(Det) > 0
'系统稳定'
else
'系统不稳定'
end
```

```
4.  方法三：LMI求解器
P = sdpvar(3,3,'symmetric');%给出待求矩阵
Fcond = [P>0,A'*P+P*A<0]; %列出所有待求LMI
%求解LMI
ops = sdpsettings('verbose',0,'solver','sedumi')%设置求解环境
diagnostics = solvesdp(Fcond,[],ops);%迭代求解
[m p] = checkset(Fcond); %返回求解结果
tmin = min(m); %验证是否满足

if tmin > 0
disp('系统稳定')
else
disp('系统不稳定')
end
```

3.3.3 实验结果

代码求解得到的系统传递函数为：

$$G=\frac{5}{s^3+3s^2+2s+5}$$

转化为状态空间表达式为：

$$\begin{bmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\\ \dot{x}_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-3 & -2 & -5\\ 1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}x_1\\ x_2\\ x_3\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}1\\ 0\\ 0\end{bmatrix}$$

$$y=\begin{bmatrix}0 & 0 & 5\end{bmatrix}x$$

(1) 方法一：求解的A矩阵的三个特征根分别为：-2.9042，-0.0479+1.3112i，-0.0479-1.3112i，均具有负实部，可见该系统稳定。
(2) 方法二：求解的3个det分别为23,310.25,71.175，均大于0，因此系统稳定。
(3) 方法三：LIMI求解器结果显示系统稳定。

3.4 实验内容3

3.4.1 实验要求

判断如下系统的能控能观性，若不完全能控且不完全能观，求其能控能观子系统

$$\begin{cases}\dot{x}=\begin{bmatrix}-4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & -4 & 0 & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 3 & 1 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1\end{bmatrix}x+\begin{bmatrix}1 & 3\\ 5 & 7\\ 4 & 3\\ 0 & 0\\ 1 & 6\\ 0 & 0\end{bmatrix}u\\ y=\begin{bmatrix}3 & 1 & 0 & 5 & 0 & 0\\ 1 & 4 & 0 & 2 & 0 & 0\end{bmatrix}x\end{cases}$$

3.4.2 实验代码

```
%-------现代控制理论课内实验分析部分—第3题-------------------------
%-------231216王愉杰-------------------------------------------
%-------2023.10----------------------------------------------
clc;clear
A = [-4 1 0 0 0 0;
0 -4 0 0 0 0;
0 0 3 1 0 0;
0 0 0 3 0 0;
0 0 0 0 -1 1;
0 0 0 0 0 -1]
B = [1 3;5 7;4 3;0 0;1 6;0 0]
C = [3 1 0 5 0 0;
1 4 0 2 0 0]

n = size(A,1);
Qc = ctrb(A,B);
%Qo = obsv(A,C);

%1.先做能控性分解
if rank(Qc)==n
str = '系统能控'
else
str = '系统不完全能控'
[A1,B1,C1,T,k] = ctrbf(A,B,C)
end

% if rank(Qo)==n
% str = '系统能观'
% else
% str = '系统不完全能观'
% [A2,B2,C2,T,k] = obsvf(A,B,C)
% end


%2.对能控子系统进行能能观性分析
A2 = A1(3:6,3:6)
B2 = [0 0;0 0;0 0;0 0]
C2 = C1(1:2,3:6)

Qo2 = obsv(A2,C2);
ro2 = rank(Qo2)
if ro2==4
str = '系统能观'
else
str = '系统不完全能观'
[A3,B3,C3,T2,k2] = obsvf(A2,B2,C2)
end
```

3.4.3 实验结果

原系统不完全能控且不完全能观
最终分解后能控能观子系统的系统矩阵，输入矩阵，输出矩阵分别为：

$$A=\begin{bmatrix}-4.4472 & 0.7236\\ -0.2764 & -3.5528\end{bmatrix}\qquad B=\begin{bmatrix}-1.778 & -1.1282\\ 4.779 & 7.5317\end{bmatrix}\qquad C=\begin{bmatrix}2.0262 & 2.4278\\ -1.2523 & 3.9283\end{bmatrix}$$

3.5 小结

在本章实验中，我对系统的能控能观性以及稳定性有了更深刻的认识，了解并且掌握了MATLAB的求解操作，这给分析高维系统有很大的便捷。我刚开始没有发现MATLAB的能控能观分解与课本上的不同，后面重新观看视频后在介绍中看到了这个点。这也引起我的反思，以后使用MATLAB内嵌函数一定要先了解它的使用条件和原理，避免错误使用。

第四章 系统设计部分实验

4.1 实验目标

- ✓ 熟悉系统设计的一般流程
- ✓ 掌握如何用MATLAB设计镇定控制器、极点配置（基于状态反馈）
- ✓ 掌握如何用MATLAB设计状态观测器（全维）
- ✓ 掌握如何用MATLAB设计基于状态观测器的状态反馈（实现某极点要求）
- ✓ 掌握如何用MATLAB验证控制器效果、及相互比较

4.2 实验内容

4.2.1 实验要求

1. 设计状态反馈控制器，使得闭环系统极点为P1（自行选择合理数值），验证控制效果
2. 设计状态观测器，使得观测误差系统极点为P2（自行选择合理数值），验证状态观测效果
3. 设计基于状态观测器的状态反馈，使得闭环系统极点为P1（同第一问数值），验证控制效果，并与基于真实状态反馈控制进行比较

$$\dot{x}=\begin{bmatrix}-1 & 0 & 0 & 0\\ 2 & -3 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 2 & 0\\ 4 & -1 & 2 & -4\end{bmatrix}x+\begin{bmatrix}0\\0\\1\\2\end{bmatrix}u\qquad y=\begin{bmatrix}3 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}x$$

4.2.2 实验代码

第一问：设置状态反馈控制器

```
%-------现代控制理论课内实验设计部分--------------------------------
%-------231216王愉杰---------------------------------------------
%-------2023.10---------------------------------------------------
clc
clear

A=[-1 0 0 0;2 -3 0 0;0 0 2 0;4 -1 2 -4];
B=[0;0;1;2];
```

```
C=[3 0 1 0];
D=[0];

Lembda=eig(A);
shibu=real(Lembda);%real函数用来提取复数的实部
if max(shibu)<0
'系统稳定'
else
'系统不稳定'
end
L=sdpvar(4,4,'symmetric');%给出待求矩阵，L为4*4维对称矩阵
V=sdpvar(1,4,'full');
Fcond=[L>0,A*L+L*A'+B*V+V'*B'<0];%列出所有待求LMI
% 求解LMI
ops=sdpsettings('verbose',0,'solver','sedumi');
diagnostics=solvesdp(Fcond,[],ops);
[m p]=checkset(Fcond);
tmin=min(m);%验证是否满足条件
if tmin>0
Vh=double(V);
Lh=double(L);
disp('LMI可解')
K=Vh*inv(Lh)
else
disp('LMI不可解')
end
n1=size(A,1);
n2=size(B,2);
n3=size(C,1);
%第一问
Qc=ctrb(A,B)
rc=rank(Qc)
%设P=-1,-1,-1,-1
if rc==n1
'系统能控'
P1=[-1,-1,-1,-1];
k1=acker(A,B,P1)
else
'系统不完全能控'
[A1,B1,C1,T1,k1]=ctrbf(A,B,C)
A_c=A1((1+rc):n1,(1+rc):n1)
B_c=B1((1+rc):n1,n2:n2)
P1=[-1,-1];
k2=acker(A_c,B_c,P1)
k3=[0,0,k2]
k=k3*T1
C3=[C;0 1 0 0;0 0 1 0;0 0 0 1]
D3=zeros(4,1)
eig(A-B*k)%验证系统是否已经达到稳定
end
```

第二问：设计状态观测器

```
Qo=obsv(A,C)
ro=rank(Qo)
if rc==n1
'系统能观'
P2=[-1,-1,-1,-1]
```

```
k4=acker(A',C',P2)
G1=k4'
else
'系统不完全能观'
[A2,B2,C2,T2,k5]=obsvf(A,B,C)
A_o=A2((1+ro):n1,(1+ro):n1)
C_o=C2(n3:n3,(1+ro):n1)
P2=[-1,-5]
k6=acker(A_o',C_o',P2)
k7=[0,0,k6]
k8=k7*T2
G2=k8'
eig(A-G2*C)%验证结果是否正确
end
```

4.2.3 实验结果

- 状态反馈设计

分析可知，该系统不完全能控，但不能控子系统渐进稳定，因此对能控子系统进行极点配置（此处取-1，-1），不能控子系统极点设置为0。最终求解得到状态反馈矩阵K=[0，0，1.8，-0.9]。原系统加入K后求得系统矩阵的特征值分别为-1，-1，-3，-1均具有负实部，因此加入K后系统达到稳定。

Simulink搭建的结构图如下所示：

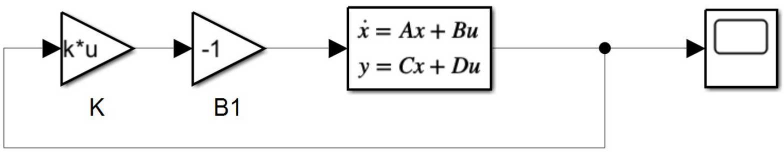


图 8 状态反馈Simulink结构图

示波器响应曲线如图所示：

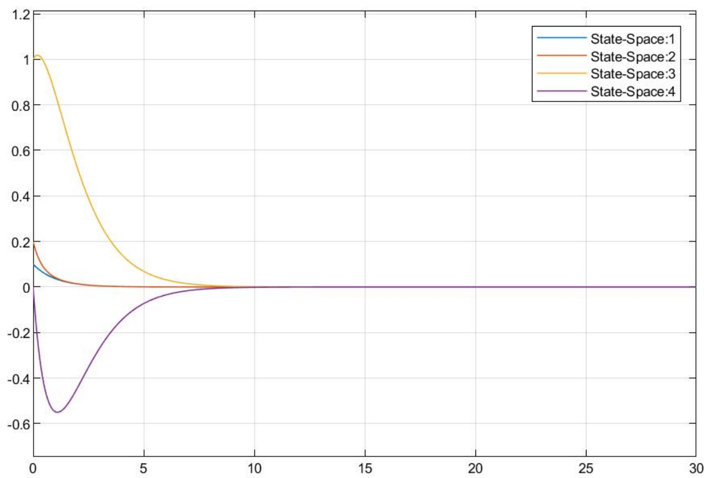


图 9 示波器响应曲线

由图可知，在给定初值[0.1;0.2;1;0]的情况下，系统可达到稳定状态，设计效果良好。

- 状态观测器设计

MATLAB分析可知，该系统不完全能观，因此能配置能观部分的极点（此处取-1，-5）不能观部分极点设置为0。最终求解得到G=[0，0，7，0]。原系统加入G后求得系统矩阵的特征值分别为-4，-3，-5，-1均具有负实部。

Simulink搭建的结构图如下所示：

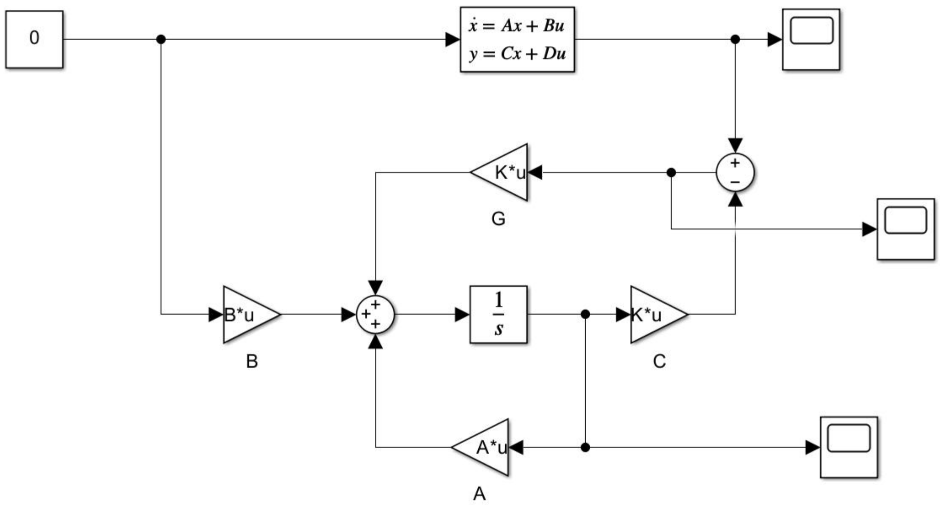


图 10 状态观测器Simulink结构图

差值示波器响应曲线如图所示：

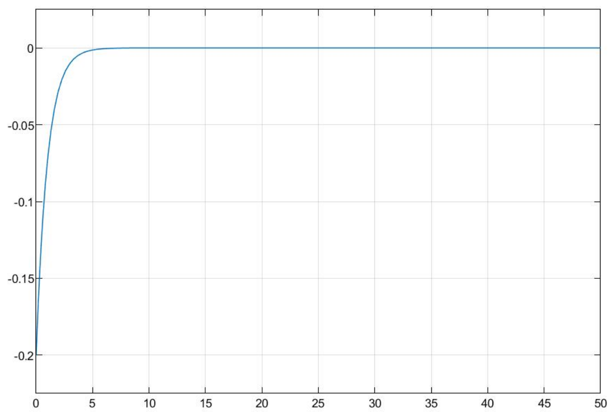


图 11 差值示波器响应曲线

可见，真实值和测量值的差值在短时间内便稳定在0，观测效果良好。

- 基于状态观测器的状态反馈设计

此处状态反馈控制器的极点配置与第一问相同，状态观测器的极点配置与第二问相同，

Simulink搭建的结构图如下所示：

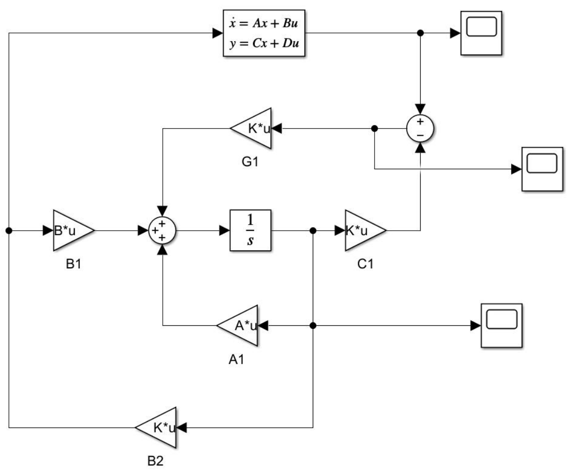


图 12 基于状态观测器的状态反馈设计结构图

示波器响应曲线如下所示：

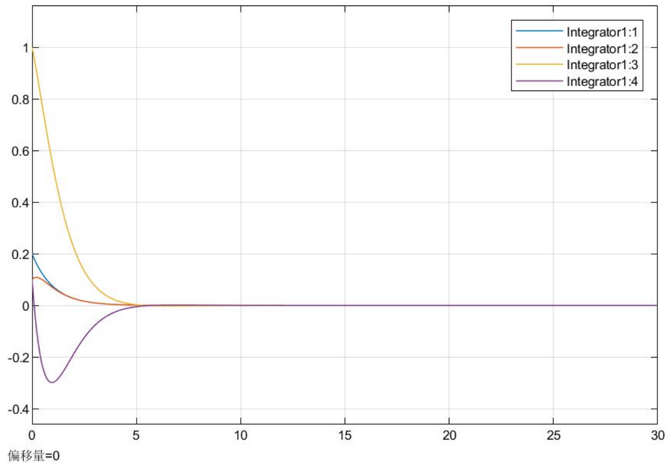


图 13 状态观测器示波器响应曲线

该图为状态观测器观测到的4个状态变量的响应曲线，由图可知，4个状态变量最后都趋于稳定，控制效果良好。

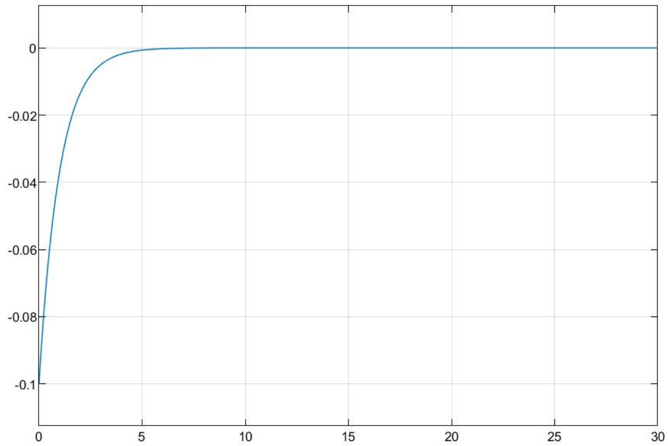


图 14 状态变量1真实值与观测值差值的变化曲线

该图为状态变量1真实值与观测值差值的变化曲线，由图可知，差值在较短时间便趋于0，观测效果良好。

- 基于状态观测器的状态反馈与基于真实的状态反馈的对比

对比上文的两种状态反馈可以发现，两种状态反馈都可以实现良好的控制效果，系统趋于稳定所需时间相近。区别在于两种状态反馈的响应曲线初值不同，基于真实的状态反馈的初值与真实初值一致，而基于状态观测器的状态反馈的初值来源于观测器的初值，观测器的初值是对真实情况的估计值，与真实初值有所偏差。

4.3 小结

本章系统设计部分设计到了镇定设计，极点配置，状态观测器的设计，以及基于状态观测器的状态反馈设计。它与课本理论知识密切相关，也用到前面系统模型部分和分析部分的所学知识。

刚开始做作业题时，发现系统并不是完全能控能观的，这与指导书上的简易题目不同，需要用到上课时讲到的先能控（能观）分解，再分别讨论的方法。进一步将实验与上课内容联系到了一起，也提高了自己应对变种题目的泛化能力。

第五章 实验总结与体会

5.1 实验总结

本学期的自控实验共分为系统模型，系统分析，系统设计三大部分，层层递进，环环相扣，实验内容与课内理论知识关系密切，可加深对理论部分的理解，并通过可视化来直观感受控制效果和设计效果。

在系统模型部分，我首先了解了MATLAB软件和Simulink模块在现代控制理论中的重要性和便捷性，并熟悉了相关函数和操作，为后续的代码编写和结构图搭建打下基础。掌握了线性系统各类数学模型的表示，线性系统各种数学模型之间的相互转化，以及子系统的连接合并类型。在不同的系统需求和方法上会用到不同的系统模型，因此掌握这部分的知识具有非常重要的意义，是后续分析和设计的基础。

在系统分析部分，主要是系统的能控能观性与稳定性两部分。能控能观性方面包括判断系统是否能控/能观，能控性分解/能观性分解/能控能观分解。稳定性方面则重在判断系统是否稳定，其中有多种方法，例如特征根法，能量法，LMI求解器法等。系统分析部分是后续设计部分的基础。此外，掌握这些方法对处理复杂或者高纬度的状态空间表达式也有很大帮助，例如我们遇到四阶甚至更高阶的矩阵时手动计算会非常复杂，通过MATLAB求解可节约很多时间。

在系统设计部分，有镇定设计，极点配置，状态观测器的设计，基于状态观测器的状态反馈四个重要内容。每种设计都可实现不同的系统需求，但每种设计都有条件，例如极点配置时，仅能对能控子系统任意配置极点。因此在遇到不完全能控且不完全能观的系统时，需要先进行分解，再分别处理和设计，最后实现预期要求。

综上所述，实验内容包括了理论课程几乎所有重点知识，对现控知识的理解和应用有很大的帮助。

5.2实验体会

张老师指导的现代控制理论的实验让我受益匪浅，这是我上大学以来最为充实的实验。

在内容上，实验分为建模，分析，设计三大块，然后在各块中详细讲述小知识点，非常直观的让我知道自己做的是哪一块的哪一部分。之前做别的实验时，总是感觉与讲课内容关系不是很密切，自己看看指导书，抄一抄代码，得出和书上一样的结果就结束了。但是，本实验内容与理论部分关系非常密切，真正的做到了理论与实验的结合，也让我切身感受到了实验的重要性。例如设计部分中的状态反馈，如果只学理论部分，只要最后A+BK的特征值都具有负实部，则系统稳定。这样的话我对系统稳定的理解只停留在了数字层面上，但实验中simulink的仿真可以直观看到状态变量的响应曲线，对控制效果也有非常直观的展现，这样让我对知识的理解更加清晰与深刻。

在指导上，张老师每次做实验时都会亲自到实验室签到和答疑，您认真严谨的工作态度也感染了我，不再像以往一样摸鱼划水，而是专注实验，争取高效完成；此外，您对我们的各种疑问都会耐心解答，并会抛出一些思考性的问题，培养我们的思考能力；更重要的是，您的平易近人让我们感受到亲切感，同时对这门课程也有了亲切感，学习更加上进。

以前我总是觉得理论的学习是枯燥乏味的，但是现控的学习给了我不一样的感觉，原来现代控制理论是这样一门有趣的课程。