

浙江大學

# 本科生实验报告



课程 自动控制理论（乙）

姓名

学号

专业 电子科学与技术

实验内容

## 实验三

### 1. 实验目的

- (1) 熟悉 MATLAB 中离散系统的分析方法，掌握用 MATLAB 进行离散系统分析与设计。
- (2) 熟悉 MATLAB 中状态空间系统的分析方法，掌握用 MATLAB 进行状态空间系统分析与设计。

### 2. 实验内容

#### 2.1. 实验内容 1

- (1) 离散二阶系统

$$H(z) = \frac{0.632}{z^2 - 1.368z + 0.568}$$

求当输入为幅值±1的方波信号时系统的输出响应。

#### 2.2. 实验内容 2

- (1) 已知受控系统

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} -2 & -3 \\ 4 & -9 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

设计状态反馈矩阵 K，使系统闭环极点为 $-1 \pm 2j$ 。（分别采用上课所讲的方法直接编程和用 MATLAB 函数 place 或 acker 方法）

- (2) 已知系统

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [1 \quad 1 \quad 0]x$$

设计全维状态观测器，使其极点为-3,-4,-5。（分别采用书上的方法直接编程和 MATLAB 函数 estim 方法）。

### 3. 实验过程及数据记录

#### 3.1. 实验内容 1 过程及记录

编写 MATLAB 程序如下：

```
%L1
clear;
Hz = tf(0.632,[1,-1.368,0.568],0.01);
t = 0:0.01:10;
u = square(2*pi.*t/2,50);
lsim(Hz,u,t);
```

结果如图 1 所示。图中可见输出响应基本为方波，但是在上升沿处有较强烈的抖动，超调量在 33%左右。

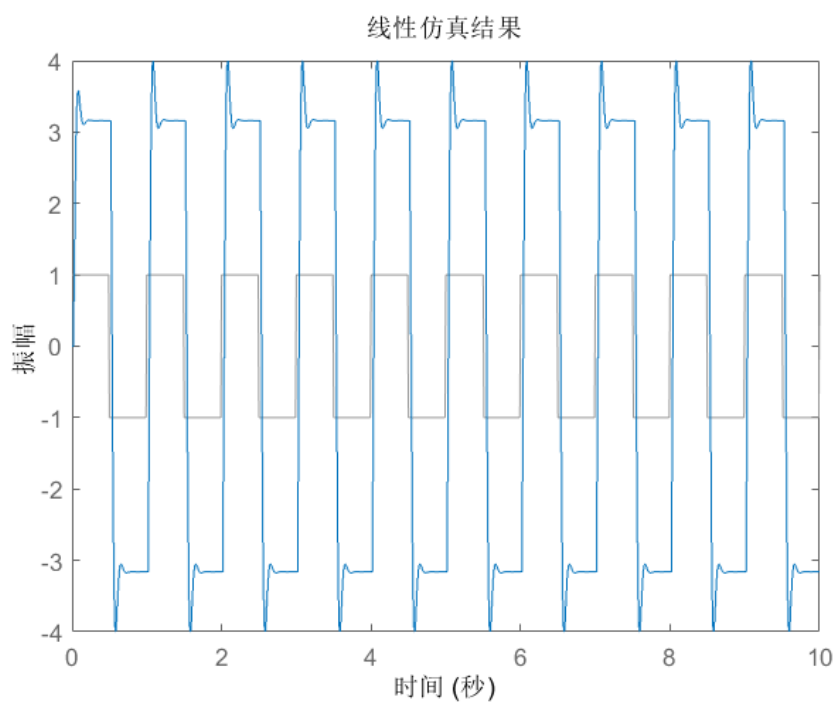


图 1

### 3.2.实验内容 2 过程及记录

A1: 编写 MATLAB 程序如下:

`%L2Q1`

`clear;`

`syms s;`

`A = [-2,-3;4,-9];`

`B = [3;1];`

`%用书上的方法直接编写程序`

`S1 = det(s*eye(2)-A);`

`F1 = sym2poly(S1);`

`Tc = [B,A*B]*[F1(1,2),1;1,0];`

`eig2 = expand((s+1+2j)*(s+1-2j));`

`F2 = sym2poly(eig2);`

`Kc = [F2(1,3)-F1(1,3),F2(1,2)-F1(1,2)];`

`Kp = Kc/(Tc);`

`%用 MATLAB 的 place 方法`

`Knew = place(A,B,[-1+2j,-1-2j]);`

运行以上程序，得到

$$K_p = [-5.611, 7.833]$$

$$K_{new} = [-5.611, 7.833]$$

两种方法得到的结果一致，故最终 $K = [-5.611, 7.833]$ 。

A2:编写 MATLAB 程序如下：

```
%L2Q2.m
clear;
syms s;
A = [1,0,0;0,2,1;0,0,2];
B = [1;0;1];
C = [1,1,0];
D = 0;
sys = ss(A,B,C,D);
%estim 法
A1 = A';
B1 = C';
C1 = B';
sys1 = ss(A1,B1,C1,D);
K = acker(A1,B1,[-3,-4,-5]);
est = estim(sys,K');
%自己编程
So = (s+3)*(s+4)*(s+5);
Soarr = sym2poly(So);
S1 = det(s*eye(3)-A);
S1arr = sym2poly(S1);
Qo = [C;C*A;C*A^2];
L = [S1arr(1,3),S1arr(1,2),1;S1arr(1,2),1,0;1,0,0];
To = eye(3)/(L*Qo);
Ho = To*[Soarr(1,4)-S1arr(1,4);Soarr(1,3)-S1arr(1,3);Soarr(1,2)-S1arr(1,2)];
H = To*Ho;
```

est =

A =

	x1_e	x2_e	x3_e
x1_e	-119	-120	0
x2_e	103	105	1
x3_e	-210	-210	2

C =

	x1_e	x2_e	x3_e
y1_e	1	1	0
x1_e	1	0	0
x2_e	0	1	0
x3_e	0	0	1

输入组:

名称	通道
Measurement	1

B =

	y1
x1_e	120
x2_e	-103
x3_e	210

D =

	y1
y1_e	0
x1_e	0
x2_e	0
x3_e	0

输出组:

名称	通道
OutputEstimate	1
StateEstimate	2,3,4

得到的  $\text{est}$  值如上表所示，得到的  $H_o = [120, -103, 210] = K$ ， $H = [227, -17, 754]$ 。可见两者是一致的，最终结果  $H = [227, -17, 754]$ 。

#### 4. 总结

本次实验主要学习了 MATLAB 中有关控制理论方面的功能，掌握了利用 MATLAB 对离散和连续系统的状态空间分析，并利用 MATLAB 函数进行状态反馈控制和设计及状态观测器的设计。自己编程时，关键在于将状态空间模型转化为能控标准型或能观标准型，以便于程序处理和运算。

通过本次实验，可以很好地加深对相应章节的理论知识的理解和掌握。