

Esercizio (in matlab)

Sia dato il sistema

$$\dot{x}_1 = 3x_1 - x_2$$

$$\dot{x}_2 = x_2 + x_3$$

$$\dot{x}_3 = -x_3 + u$$

$$y = x_1 + x_2$$

Assegnare se possibile tutti gli autovalori del sistema ad anello chiuso in zone desiderate del semipiano complesso a parte reale negativa, utilizzando l'approccio con lo spazio di stato e il principio di separazione.

Definire il compensatore dinamico $u = G_c(s)e$ risultante, guidato solo dalla misura dell'uscita ($e = -y$).

```

% stabilizzazione con reazione dinamica dall'uscita (principio di separazione)

clc

% processo (descrizione nello spazio di stato)

A=[3 -1 0; 0 1 1; 0 0 -1]
B=[0 0 1]'
C=[1 1 0]

n=3

% funzione di trasferimento associata

[numP,denP] = ss2tf(A,B,C,0)

% autovalori originari

sigmaA=eig(A)

% check raggiungibilità

R=ctrb(A,B)
rankR=rank(R)

%%% assegnazione autovalori con reazione dallo stato

g=[0 0 1]*inv(R)

sigmaDes=conv([1 3],conv([1 1],[1 1])) % autovalori in -1(double), -3
pADes=A^3+sigmaDes(2)*A^2+sigmaDes(3)*A+sigmaDes(4)*eye(3)
K=-g*pADes % formula di Ackermann esplicita
Kacker=-acker(A,B,[-1 -1 -3]) %con la funzione matlab...

A_cl=A+B*K

% check sul risultato

autoval_cl=eig(A_cl)

% check osservabilità

O=obsv(A,C)
rankO=rank(O)

%%% osservatore dello stato (assegnazione autovalori di errore di stima)

Kobs=acker(A',C',[-4 -2+0.5*i -2-0.5*i]);
G=Kobs'

A_obs=A-G*C

% check sul risultato

autoval_obs=eig(A_obs)

%%% controllore dinamico (da principio di separazione)

% descrizione nello spazio di stato

F=A+B*K-G*C
G % matrice di ingresso
K % matrice di uscita

% funzione di trasferimento associata al controllore (con sommatore
% negativo)

[numC,denC] = ss2tf(F,G,-K,0)

% check dei poli ad anello chiuso

denW=conv(numP,numC)+conv(denP,denC)
rootsW=roots(denW)

```

```
A =  
    3    -1     0  
    0     1     1  
    0     0    -1  
  
B =  
    0  
    0  
    1  
  
C =  
    1     1     0  
  
n =  
    3  
  
numP =  
    0     0    1.0000   -4.0000  
  
denP =  
    1    -3    -1     3  
  
sigmaA =  
    3  
    1  
   -1  
  
R =  
    0     0    -1  
    0     1     0  
    1    -1     1  
  
rankR =  
    3  
  
g =  
   -1     0     0  
  
sigmaDes =  
    1     5     7     3  
  
pADes =  
    96   -40   -8  
     0    16     8  
     0     0     0  
  
K =  
    96   -40   -8
```

Kacker =

```
96   -40   -8
```

A_cl =

```
3    -1    0
0     1    1
96   -40   -9
```

autoval_cl =

```
-1.0000
-1.0000
-3.0000
```

O =

```
1    1    0
3    0    1
9    -3   -1
```

rankO =

```
3
```

G =

```
18.3333
-7.3333
-0.7500
```

A_obs =

```
-15.3333  -19.3333    0
 7.3333   8.3333   1.0000
 0.7500   0.7500  -1.0000
```

autoval_obs =

```
-4.0000
-2.0000 + 0.5000i
-2.0000 - 0.5000i
```

F =

```
-15.3333  -19.3333    0
 7.3333   8.3333   1.0000
96.7500  -39.2500  -9.0000
```

G =

```
18.3333
-7.3333
-0.7500
```

K =

```
96   -40   -8
```

numC =

```
1.0e+03 *  
    0   -2.0593   -0.1233    1.9360  
  
denC =  
1.0e+03 *  
    0.0010    0.0160    0.1162    2.5983  
  
denW =  
    1.0000   13.0000   67.2500  177.2500  250.7500  179.7500   51.0000  
  
rootsW =  
-4.0000  
-3.0000  
-2.0000 + 0.5000i  
-2.0000 - 0.5000i  
-1.0000 + 0.0000i  
-1.0000 - 0.0000i  
  
>>
```