>> VC = [B A\*B A^2\*B]

VC =

0.6250 -0.3438 0.1484

-0.3750 0.2813 -0.1953

-0.3750 0.3438 -0.2109

>> rank(VC)

ans =

3

>> P1 = ss(A, B, C, D)

a =

x1 x2 x3

x1 -0.625 0.375 -0.5

x2 0.375 0.375 -0.5

x3 0.625 0.625 -0.5

b =

u1

x1 0.625

x2 -0.375

x3 -0.375

c =

x1 x2 x3

y1 -1.75 -1.75 0

y2 1 0 0

y3 0 1 0

y4 0 0 1

d =

u1

y1 1.75

y2 0

y3 0

y4 0

Continuous-time model.

>> VC = ctrb(P1)

VC =

0.6250 -0.3438 0.1484

-0.3750 0.2813 -0.1953

-0.3750 0.3438 -0.2109

>>

O sistema é controlável pois a dimensão do sistema é 3 e o posto é 3.

Forma canônica de Controlabilidade

>> matrizcontQ = VC;

>> Ab = inv(matrizcontQ)\*A\*matrizcontQ

Ab =

0.0000 -0.0000 -0.1250

1.0000 0.0000 -0.3750

0 1.0000 -0.7500

>> Bb = inv(matrizcontQ)\*B

Bb =

1.0000

-0.0000

-0.0000

>> Cb = C\*matrizcontQ

Cb =

-0.4375 0.1094 0.0820

0.6250 -0.3438 0.1484

-0.3750 0.2813 -0.1953

-0.3750 0.3438 -0.2109

>> Pb = ss2ss(P1,inv(matrizcontQ))

a =

x1 x2 x3

x1 0 2.22e-016 -0.125

x2 1 1.776e-015 -0.375

x3 -8.882e-016 1 -0.75

b =

u1

x1 1

x2 -8.882e-016

x3 -8.882e-016

c =

x1 x2 x3

y1 -0.4375 0.1094 0.08203

y2 0.625 -0.3437 0.1484

y3 -0.375 0.2812 -0.1953

y4 -0.375 0.3437 -0.2109

d =

u1

y1 1.75

y2 0

y3 0

y4 0

Continuous-time model.

>> poly(A)

ans =

1.0000 0.7500 0.3750 0.1250

>> C

C =

-1.7500 -1.7500 0

1.0000 0 0

0 1.0000 0

0 0 1.0000

>> poly(A)

ans =

1.0000 0.7500 0.3750 0.1250

>>

>>

>>

>> Q2 = [1 0,75 0,375; 0 1 0,75; 0 0 1]

??? Error using ==> vertcat

CAT arguments dimensions are not consistent.

>> Q2 = [1 0.75 0.375; 0 1 0.75; 0 0 1]

Q2 =

1.0000 0.7500 0.3750

0 1.0000 0.7500

0 0 1.0000

>> Qfctrl = VC\*Q2

Qfctrl =

0.6250 0.1250 0.1250

-0.3750 0 -0.1250

-0.3750 0.0625 -0.0938

>> P3 = ss2ss(P1, inv(Qfctrl))

a =

x1 x2 x3

x1 -0.75 -0.375 -0.125

x2 1 -2.22e-016 5.551e-017

x3 3.553e-015 1 8.882e-016

b =

u1

x1 1

x2 4.441e-016

x3 0

c =

x1 x2 x3

y1 -0.4375 -0.2188 -5.551e-017

y2 0.625 0.125 0.125

y3 -0.375 -1.388e-017 -0.125

y4 -0.375 0.0625 -0.09375

d =

u1

y1 1.75

y2 0

y3 0

y4 0

Continuous-time model.

>> % Foi passado da forma original para a forma canônica do controlador

>> GP3 = tf(P3)

Transfer function from input to output...

1.75 s^3 + 0.875 s^2 + 0.4375 s + 0.2188

#1: ----------------------------------------

s^3 + 0.75 s^2 + 0.375 s + 0.125

0.625 s^2 + 0.125 s + 0.125

#2: --------------------------------

s^3 + 0.75 s^2 + 0.375 s + 0.125

-0.375 s^2 - 2.012e-016 s - 0.125

#3: ---------------------------------

s^3 + 0.75 s^2 + 0.375 s + 0.125

-0.375 s^2 + 0.0625 s - 0.09375

#4: --------------------------------

s^3 + 0.75 s^2 + 0.375 s + 0.125

>> Db = D

Zero/pole/gain from input to output...

1.75 (s+0.5) (s^2 + 0.25)

#1: ----------------------------

(s+0.5) (s^2 + 0.25s + 0.25)

0.625 (s^2 + 0.2s + 0.2)

#2: ----------------------------

(s+0.5) (s^2 + 0.25s + 0.25)

-0.375 (s^2 + 0.3333)

#3: ----------------------------

(s+0.5) (s^2 + 0.25s + 0.25)

-0.375 (s^2 - 0.1667s + 0.25)

#4: -----------------------------

(s+0.5) (s^2 + 0.25s + 0.25)

% Estou em um sistema que tem 3 capacitores e a função de transferência é de ordem 2.

>> % O 0.5 sumiu porque um dos zeros é 0.5 o que faz com que o sinal tenda a 0.

>> T = obsv(P1)

T =

-1.7500 -1.7500 0

0.4375 -1.3125 1.7500

0.3281 0.7656 -0.4375

>> T = [C;C\*A;C\*A^2]

T =

-1.7500 -1.7500 0

0.4375 -1.3125 1.7500

0.3281 0.7656 -0.4375

>> rank(T)

ans =

2

>> Teta=null(T,'r')

Teta =

-1

1

1

>> % o kernel

>> % o kernel é Teta

>>

>>

>> % o kernel é Teta

>>

>> K = 1

K =

1

>> RC = 2

RC =

2

>> % Mudei RC=2 e K=1 e o seno tem amplitude 1 e freqüência 5

>> A=[-1\*(2-K)/RC K/RC -1/RC; K/RC K/RC -1/RC; (1+2\*K)/(2\*RC) (1+2\*K)/(2\*RC) -1/RC]

A =

-0.5000 0.5000 -0.5000

0.5000 0.5000 -0.5000

0.7500 0.7500 -0.5000

>> B=[(2 - K)/RC ; -K/RC; -K/RC]

B =

0.5000

-0.5000

-0.5000

>> P4 = ss(A,B,C,D)

a =

x1 x2 x3

x1 -0.5 0.5 -0.5

x2 0.5 0.5 -0.5

x3 0.75 0.75 -0.5

b =

u1

x1 0.5

x2 -0.5

x3 -0.5

c =

x1 x2 x3

y1 -2 -2 0

d =

u1

y1 2

Continuous-time model.

>> VC4 = ctrb(P4)

VC4 =

0.5000 -0.2500 0.1250

-0.5000 0.2500 -0.1250

-0.5000 0.2500 -0.1250

>> rank(VC4)

ans =

1

% Como o posto é 1 o sistema é não controlável

V = rref(VC4')'

V =

1 0 0

-1 0 0

-1 0 0

>> % O sistema é não controlável porque o posto é menor que n que é a dim da matriz A

>> T4 = obsv(P4)

T4 =

-2.0000 -2.0000 0

0 -2.0000 2.0000

0.5000 0.5000 0

>> rank(T4)

ans =

2

>> Teta4 = null(T4, 'r')

Teta4 =

-1

1

1

>> % Como o posto deu 2 o sistema é não observável

>> Q5 = [1 0 0; -1 1 0; -1 0 1]

Q5 =

1 0 0

-1 1 0

-1 0 1

>> P5 = ss2ss(P4, inv(Q5))

a =

x1 x2 x3

x1 -0.5 0.5 -0.5

x2 0 1 -1

x3 0 1.25 -1

b =

u1

x1 0.5

x2 0

x3 0

c =

x1 x2 x3

y1 0 -2 0

d =

u1

y1 2

Continuous-time model.

>> % O lambda 1 = - 1/2 é controlável e não observável

>>

>> T6 = [B A\*B A^2\*B]

T6 =

[ (2-K)/RC, (-2+K)/RC^2\*(2-K)-K^2/RC^2+1/RC^2\*K, ((-2+K)^2/RC^2+K^2/RC^2-1/2/RC^2\*(1+2\*K))\*(2-K)/RC-((-2+K)/RC^2\*K+K^2/RC^2-1/2/RC^2\*(1+2\*K))\*K/RC-(-(-2+K)/RC^2-1/RC^2\*K+1/RC^2)\*K/RC]

[ -K/RC, K/RC^2\*(2-K)-K^2/RC^2+1/RC^2\*K, ((-2+K)/RC^2\*K+K^2/RC^2-1/2/RC^2\*(1+2\*K))\*(2-K)/RC-(2\*K^2/RC^2-1/2/RC^2\*(1+2\*K))\*K/RC-(-2/RC^2\*K+1/RC^2)\*K/RC]

[ -K/RC, 1/2\*(1+2\*K)/RC^2\*(2-K)-1/2\*(1+2\*K)/RC^2\*K+1/RC^2\*K, (1/2\*(1+2\*K)/RC^2\*(-2+K)+1/2\*(1+2\*K)/RC^2\*K-1/2/RC^2\*(1+2\*K))\*(2-K)/RC-((1+2\*K)/RC^2\*K-1/2/RC^2\*(1+2\*K))\*K/RC-(-1/RC^2\*(1+2\*K)+1/RC^2)\*K/RC]

>> T6 = [Bb Ab\*Bb Ab^2\*Bb]

T6 =

[ -(2-K)/RC, -((-2+K)/RC-K/RC+1/RC)\*(2-K)/RC+1/RC\*((-K+1)\*(2-K)/RC+K^2/RC-K/RC), -(((-2+K)/RC-K/RC+1/RC)^2+1/RC\*(-(-K+1)\*(-2+K)/RC+(-K+1)\*K/RC-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC))\*(2-K)/RC+1/RC\*((-K+1)\*K/RC-K^2/RC+1/2\*(1+2\*K)/RC+(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*K)\*((2-K)/RC-K/RC)+(((-2+K)/RC-K/RC+1/RC)/RC+1/RC\*(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC))\*((-K+1)\*(2-K)/RC+K^2/RC-K/RC)]

[ (2-K)/RC-K/RC, -(-(-2+K)/RC+K/RC-2/RC)\*(2-K)/RC-2/RC\*((-K+1)\*(2-K)/RC+K^2/RC-K/RC), -((-(-2+K)/RC+K/RC-2/RC)\*((-2+K)/RC-K/RC+1/RC)-2/RC\*(-(-K+1)\*(-2+K)/RC+(-K+1)\*K/RC-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC))\*(2-K)/RC-2/RC\*((-K+1)\*K/RC-K^2/RC+1/2\*(1+2\*K)/RC+(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*K)\*((2-K)/RC-K/RC)+((-(-2+K)/RC+K/RC-2/RC)/RC-2/RC\*(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC))\*((-K+1)\*(2-K)/RC+K^2/RC-K/RC)]

[ (-K+1)\*(2-K)/RC+K^2/RC-K/RC, -(-(-K+1)\*(-2+K)/RC+(-K+1)\*K/RC-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*(2-K)/RC+((-K+1)\*K/RC-K^2/RC+1/2\*(1+2\*K)/RC+(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*K)\*((2-K)/RC-K/RC)+(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*((-K+1)\*(2-K)/RC+K^2/RC-K/RC), -((-(-K+1)\*(-2+K)/RC+(-K+1)\*K/RC-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*((-2+K)/RC-K/RC+1/RC)+((-K+1)\*K/RC-K^2/RC+1/2\*(1+2\*K)/RC+(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*K)\*(-(-2+K)/RC+K/RC-2/RC)+(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*(-(-K+1)\*(-2+K)/RC+(-K+1)\*K/RC-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC))\*(2-K)/RC+(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*((-K+1)\*K/RC-K^2/RC+1/2\*(1+2\*K)/RC+(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*K)\*((2-K)/RC-K/RC)+(1/RC\*(-(-K+1)\*(-2+K)/RC+(-K+1)\*K/RC-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)-2/RC\*((-K+1)\*K/RC-K^2/RC+1/2\*(1+2\*K)/RC+(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)\*K)+(-(-K+1)/RC+K/RC-1/RC)^2)\*((-K+1)\*(2-K)/RC+K^2/RC-K/RC)]

>> A

A =

[ (-2+K)/RC, K/RC, -1/RC]

[ K/RC, K/RC, -1/RC]

[ 1/2\*(1+2\*K)/RC, 1/2\*(1+2\*K)/RC, -1/RC]

>> B

B =

(2-K)/RC

-K/RC

-K/RC

>> C

C =

[ -1-K, -1-K, 0]

>> D

D =

1+K

>> K = 1

K =

1

>> A

A =

[ (-2+K)/RC, K/RC, -1/RC]

[ K/RC, K/RC, -1/RC]

[ 1/2\*(1+2\*K)/RC, 1/2\*(1+2\*K)/RC, -1/RC]

>> det(T6)

ans =

-2\*(-K-K^2+1+K^3)/RC^6

>> roots([1 -1 -1 1])

ans =

-1.0000

1.0000

1.0000

>>

>> % Intersecção de dois subespaços

>> % Quando dois vetores são ortogonais no plano?

>> % O produto escalar entre eles é zero

>> % Como fazer o produto escalar de dois vetores?

>> % Ex: A transposta de V11 \* V2

>> % Transposta de V1 \* V2 = 0

>>

>> V1 = [1 0; -1 1; 1 0]

V1 =

1 0

-1 1

1 0

>> V0 = null(V1', 'r')

V0 =

-1

0

1

>> % Esse é o subespaço do V1

>> V2 = [1 2; 0 1; 0 2]

V2 =

1 2

0 1

0 2

>> V02 = null(V2', 'r')

V02 =

0

-2

1

>> % Esse é o subespaço ortogonal do V2

>

>> % Propriedades dos subespaços ortogonais

>> % A soma dos ortogonais é igual a intersecção dos ortogonais

>> % A intersecção dos ortogonais é igual a soma dos ortogonais

>> Vsoma = [V0 V02]

Vsoma =

-1 0

0 -2

1 1

>> Vi = null(Vsoma' , 'r')

Vi =

1.0000

0.5000

1.0000

>> % Esta é a intersecção dos dois subespaços

>>% Eu consigo escrever ele como combinação linear de V1 e V2