

2. Warunek sterowalności (sprawdzany na podstawie macierzy A i B):

```
Ms=ctrb(A,B)
rank(Ms)
```

Ms =

Columns 1 through 6

0	3	13	9	147	-38
4	2	-36	-13	-138	50
-3	1	13	-16	-167	-165
2	0	19	-1	80	-107
8	-5	12	-18	-87	-95

Columns 7 through 10

187	-939	-7448	-5866
-445	1059	7994	7895
-2064	-24	-8933	10872
-531	-1094	-11487	-3684
-1032	-105	-4727	4110

ans =

5

Jak widać obiekt jest sterowalny (rank(Ms)=5).

3. Obserwowalność (sprawdzana na podstawie macierzy A i C):

```
Mo=obsv(A,C)
rank(Mo)
```

Mo =

9	0	7	-2	6
9	1	2	2	1
8	0	-2	3	-4
-24	29	42	-6	33
33	10	37	2	28
99	-8	27	-8	27
-930	122	-22	31	-143
-298	151	196	26	107
395	135	370	-58	348
-6242	-534	-3007	202	-3148
-5414	552	-530	357	-1187
-3374	1420	1851	100	979
4277	-13845	-26073	-1879	-19254
-29890	-4354	-17865	1472	-17966
-54564	4871	-7109	2875	-12979

ans =

5

Jak widać obiekt jest obserwowalny (rank(Mo)=5).

4. Stabilność (sprawdzana na podstawie wyznaczenia wartości własnej macierzy A):

```
si=eig(A)
```

si =

```
4.634211014679663 + 6.660811898627093i  
4.634211014679663 - 6.660811898627093i  
-2.144605183904483 + 0.0000000000000000i  
4.145756930944205 + 0.0000000000000000i  
1.730426223600946 + 0.0000000000000000i
```

By obiekt był stabilny każda wartość własna macierzy A powinna być > 0. Jak widać obiekt jest niestabilny.

5. Zero transmicyjne obiektu:

```
zi=tzero(A,B,C,D)
```

zi = Empty matrix: 0-by-1 (zbiór pusty)

6. Druga postać kanoniczna Luenberga-Brunovskiego

```
pos=2  
[As, Bs, Cs, Ds, Ts, ids]=kanLBS ( A, B, C, D, pos)  
[Ao, Bo, Co, Do, To, ido]=kanLBo ( A, B, C, D, pos)
```

pos =

2

As =

1.0e+02 *

Columns 1 through 3

```
-0.000000000000000 0.010000000000000 0.000000000000000  
0.000000000000000 0.000000000000000 0.010000000000000  
1.919302910063268 -1.621682223932917 -0.040935161994991  
-0.000000000000000 0 -0.000000000000000  
-0.827419762668774 1.358508557848494 -0.000000000000000
```

Columns 4 through 5

```
-0.000000000000000 0.000000000000000
0.000000000000000 0.000000000000000
0.187479474289358 -0.204082315553534
-0.000000000000000 0.010000000000000
-0.028043630757581 0.170935161994991
```

Bs =

```
0 -0.000000000000000
0 -0.000000000000000
1.000000000000001 -1.088581800335539
0 0.000000000000000
0.000000000000001 1.000000000000000
```

Cs =

1.0e+03 *

Columns 1 through 3

```
0.247746921335005 0.336150872588479 0.023000000000000
-1.822605674825772 0.197935161994990 0.010000000000000
-3.537269098125206 0.005129676010017 -0.020000000000000
```

Columns 4 through 5

```
0.099475171970479 0.029037381407717
-0.239518669365918 0.036885818003355
-0.486231882086532 0.020228363993289
```

Ds =

```
0 0
0 0
0 1
```

Ts =

Columns 1 through 3

```
-0.033317863325145 0.006646769035445 -0.006420053398201
-0.144941974133079 0.033295191761420 0.022114109981089
-1.045280447243271 0.348259223992383 0.295359797716307
0.346922935354037 -0.080697430645019 0.026981828074864
1.911604906659840 -0.441551375097021 -0.286541893048899
```

Columns 4 through 5

0.051540466074005 -0.018616021060549
0.243477924565040 -0.069224285779062
1.090826285144258 -0.211076259138641
-0.523217014875213 0.181271154569387
-2.398846150768567 0.713034015347316

ids =

3
2

Klatki dla As wynoszą pierwsza 3x3 a druga 2x2 (zaznaczone na macierzy As).

Ao =

1.0e+02 *

Columns 1 through 4

0.0000000000000000	-0.765637676610118	0.0000000000000000	-2.690618831575176
0.0100000000000000	0.021713673687969	0	0.231881024634060
0.0000000000000000	-0.365910018238247	0.0000000000000000	-0.840491758056522
-0.0000000000000000	0.026929667975723	0.0100000000000000	0.128973580863977
0.0000000000000000	0.089770861563059	-0.0000000000000000	0.119427615472033

Columns 5

0.677977508032847
0.0000000000000000
0.197165298107819
0.0000000000000000
-0.020687254551946

Bo =

1.0e+02 *

-0.398224741163870 -7.485761335237433
0.2300000000000000 0.0400000000000000
-0.339118172081399 -3.301031774366305
0.1000000000000000 0.2600000000000000
-0.035755980007140 0.792848089967869

Co =

Columns 1 through 3

```
0 1.0000000000000000 0.0000000000000000
-0.0000000000000000 0.0000000000000000 -0.0000000000000000
0.0000000000000000 -0.097108175651553 0.0000000000000000
```

Columns 4 through 5

```
0 0.0000000000000000
1.0000000000000000 -0.0000000000000001
-1.419091395930025 1.0000000000000000
```

Do =

```
0 0
0 0
0 1
```

To =

Columns 1 through 3

```
0.006783291681542 0.020706890396287 -0.035523027490182
0.060335594430561 -0.056051410210639 -0.125178507675830
-0.007497322384863 0.226704748304177 0.105051767225991
-0.044983934309175 -0.194930382006426 0.130310603355944
-0.016422706176366 -0.193859335951446 -0.025838986076401
```

Columns 4 through 5

```
-0.141333452338451 -0.000714030703320
0.333006069260978 -0.032666904676901
-0.325374866119243 0.474473402356302
0.856345947875759 -0.153159585862192
0.877052838272046 -0.603534451981436
```

ido =

```
2
2
1
```

Klatki dla macierzy Ao to pierwsza 2x2, druga 2x2 i trzecie 1x1.

7. Wnioski:

Opisami liniowymi modeli układów dynamicznych MIMO o m wejściach i l wyjściach w przestrzeni stanów są równania różniczkowe dla układów z czasem ciągłym $t \geq 0$ oraz różnicowe dla układów z czasem dyskretnym $k=1,2,3,\dots$. Używając MatLaba mamy możliwość sprawdzenia sterowalności, obserwowalności, stabilności, zera transmisyjne oraz wyznaczenie drugiej postaci kanonicznej naszego obiektu MIMO.