

## Laboratorium 4

### Stabilność liniowych obiektów automatyki

1) Korzystając z SIMULINKA wyznacz odpowiedzi skokowe następujących obiektów:

a)  $G_o(s) = \frac{20}{s^2 + 8s + 16}$ ,      b)  $G_o(s) = \frac{20}{s^2 - 8s + 16}$ ,

c)  $G_o(s) = \frac{1}{s^2 - 2s - 8}$ ,      d)  $G_o(s) = \frac{20}{s^2 + 6s + 8}$ ,

e)  $G_o(s) = \frac{1}{s^2 + 4s}$ ,      f)  $G_o(s) = \frac{1}{s^2 + s}$ ,

g)  $G_o(s) = \frac{1}{s^2 - s + 10}$ ,      h)  $G_o(s) = \frac{1}{s^2 - s + 1}$ ,

i)  $G_o(s) = \frac{10}{s^2 + s + 2}$ ,      j)  $G_o(s) = \frac{50}{s^2 + s + 10}$ ,

k)  $G_o(s) = \frac{1}{s^2 + 1}$ ,      l)  $G_o(s) = \frac{10}{s^2 + 10}$ .

Które obiekty są stabilne asymptotycznie, stabilne lub nie stabilne?

Uzasadnij dlaczego dany obiekt jest stabilny asymptotycznie, stabilny lub niestabilny.

Porównaj:

- odpowiedź obiektu **g** z odpowiedzią obiektu **h**,
- odpowiedź obiektu **i** z odpowiedzią obiektu **j**,
- odpowiedź obiektu **k** z odpowiedzią obiektu **l**.

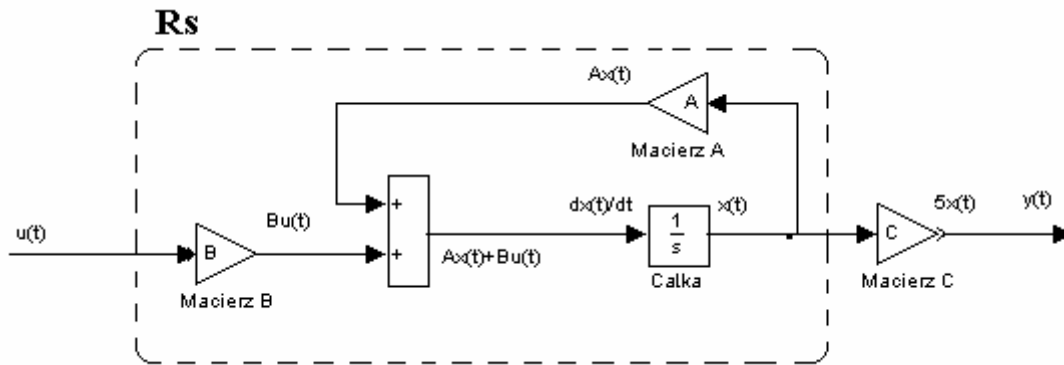
Czym różnią się poszczególne odpowiedzi powyżej wymienionych obiektów?

Czym spowodowane są te różnice?

2) Wykorzystując SIMULINKA wyznacz odpowiedź skokową następującego układu:

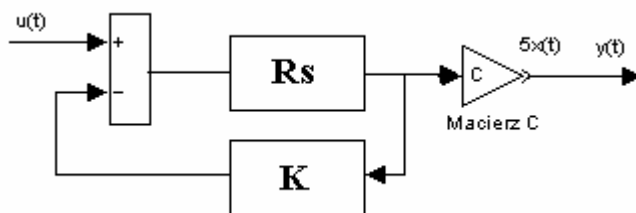
$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 2 & 8 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} u(t),$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} x(t).$$



Czy obiekt jest stabilny asymptotycznie, stabilny, niestabilny?  
Czym spowodowana jest stabilność/niestabilność obiektu.

Wprowadź ujemne sprzężenie zwrotne w sposób przedstawiony poniżej ( $K=[10 \ 20]$ ).



Jaki wpływ na stabilność układu ma powyższe sprzężenie zwrotne?  
Dlaczego układ jest stabilny/niestabilny?

3) Dany jest obiekt

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -3 & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t),$$

$$y(t) = [1 \ 1 \ 0]x(t).$$

Wyznacz:

- wartości własne macierzy A,
- współczynniki wielomianu charakterystycznego,
- współczynniki licznika i mianownika transmitancji powyższego obiektu,
- wartości macierzy K przesuwejcej bieguny układu do następujących położeń:  $-2$ ;  $-1-j$ ;  $-1+j$ ,
- współczynniki wielomianu charakterystycznego, układu zamkniętego (tj. układu z ujemnym sprzężeniem zwrotnym od K – patrz zadanie 2),
- współczynniki licznika i mianownika transmitancji układu zamkniętego,
- macierz A, B, C, D układu ze sprzężeniem zwrotnym,
- rozkład zer i biegunów dla układu bez sprzężenia i ze sprzężeniem,
- odpowiedzi skokowe układu bez sprzężenia i ze sprzężeniem.

Czy układ bez sprzężenia jest stabilny?

Jaki wpływ na odpowiedź układu ma sprzężenie zwrotne?

Potrzebne funkcje

**[A,B,C,D]=tf2ss(L,M)** funkcja dokonuje konwersji opisu układu w postaci transmitancji  $G(s) = \frac{L(s)}{M(s)}$  na opis w postaci zmiennych stanu. L, M –wektory zawierające współczynniki wielomianów uporządkowane według malejącej potęgi s.

**[L,M]=ss2tf(A,B,C,D)** funkcja dokonuje konwersji z opisu w postaci zmiennych stanu (macierze A, B, C, D) na transmitancję G(s). L, M –wektory zawierające współczynniki wielomianów uporządkowane według malejącej potęgi s.

**eig(A)** funkcja wyznacza wartości własne macierzy A.

**poly(A)** funkcja wyznacza współczynniki wielomianu charakterystycznego obiektu.

**roots(W)** funkcja wyznacza pierwiastki wielomianu.

**K=place(A,B,P)** funkcja wyznacza macierz sprzężenia K od stanu, w której wartości własne macierzy A-BK są składowymi wektora P (wektor P zawiera wymagany rozkład biegunów).

**rlocus(L,M)** funkcja wykreśla zależności położenia pierwiastków równania  $1 + k \frac{L(s)}{M(s)} = 0$  w zależności od parametru k. Pierwiastki tego równania są biegunami układu z zamkniętym sprzężeniem zwrotnym. Można więc za pomocą tego równania śledzić wpływ zmiany wzmocnienia na położenie biegunów układu zamkniętego.

**step(L,M)** funkcja wyznacza odpowiedź układu o transmitancji  $G(s) = \frac{L(s)}{M(s)}$  na wymuszenie skokiem jednostkowym.

**subplot** funkcja dzieli obszar (np. wykresu) na ustaloną liczbę podobszarów – wykorzystując tą funkcję można umieścić kilka wykresów w jednym oknie.