Sterowanie Procesami - projekt I, zadanie 1.33

Kamil Foryszewski

22 kwietnia 2017

Spis treści

1 Polecenie 1

1.1 Ciągły obiekt dynamiczny

Dany jest ciągły obiekt dynamiczny o transmitancji:

$$G(s) = \frac{2s^2 + 22s + 48}{s^3 + 8s^2 - 65s - 504} = \frac{2(s+8)(s+3)}{(s+7)(s-8)(s+9)}$$

1.2 Transmitancja dyskretna

Wyznaczona transmitancja dyskretna ma następującą postać:

$$G(z) = \frac{0.2539z^2 - 0.3048s + 0.0858}{z^3 - 3.1287z^2 - 2.2119z - 0.4493}$$

Została wyznaczona przy pomocy polecenia *c2d* pakietu matlab.

$$Gs = tf([2 \quad 22 \quad 48], [1 \quad 8 \quad -65 \quad -504])$$

Na początku został utworzony model transmitancji ciągłej wykorzystany poźniej do wyznaczenia transmitancji dyskretnej.

$$Gz = c2d(Gs, 0.1,\ 'zoh')$$

Gdzie 0.1 to okres próbkowania, *'zoh'* oznacza ekstrapolator zerowego rzędu.

1.3 Zera i bieguny transmitancji

Dla transmitancji ciągłej zera i bieguny odczytujemy bezpośrednio ze wzoru:
Zera:

$$s_0^1 = -8$$

$$s_0^2 = 3$$

Bieguny:

$$s_b^1 = -7$$

$$s_b^2 = 8$$

$$s_b^3 = -9$$

Dla transmitancji dyskretnej zera i bieguny zostały wyznaczone funkcją *roots* pakietu matlab:
Zera:

$$z_0^1 = 0.7502$$

$$z_0^2 = 0.4502$$

Bieguny:

$$z_b^1 = 2.2255$$

$$z_b^2 = 0.4966$$

$$z_b^3 = 0.4066$$

1.4 Stabilnosć

Na podstawie wartości biegunów transmitanc ciągłej, możemy stwierdzić że układ jest niestabilny. Wynika to z dotatniej wartości jednego z biegunów, co nie jest zgodne z warunkiem stabilności asymptotycznej. Podobnie dla transmitancji dyskretnej, odległóść od początku układu współrzędnych na płaszczyźnie zespolonej powinna być mniejsza niż 1. Warunku tego nie spełnia jeden z biegunów.

2 Reprezentacja modelu dyskretnego w przestrzeni stanów

2.1 Wyznaczanie parametrów modelu

Do określenia modelu w przestrzeni stanu na podstawie transmitancji wykorzystano funkcję *tf2ss*:

$$A = \begin{bmatrix} 3.1287 & -2.2119 & 0.4493 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} C = \begin{bmatrix} 0.2539 & -0.3048 & 0.0858 \end{bmatrix} D = 0$$

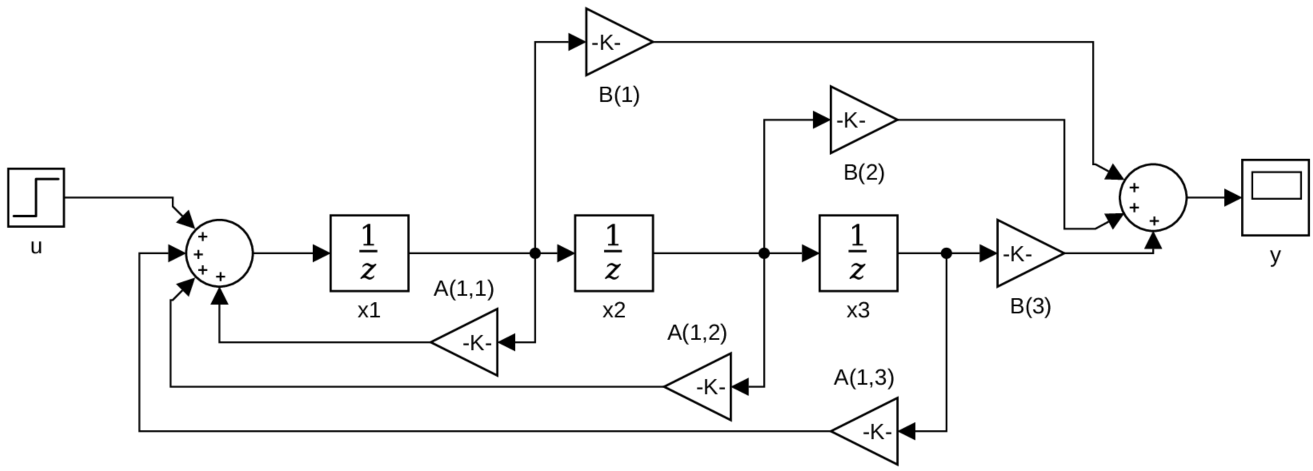
Stosując drugą metodę bezpośrednią:

$$A_1 = \begin{bmatrix} 3.1287 & 1 & 0 \\ -2.2119 & 0 & 1 \\ 0.4493 & 0 & 0 \end{bmatrix} \; B_1 = \begin{bmatrix} 0.2539 \\ -0.3048 \\ 0.0858 \end{bmatrix} \; C_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \; D_1 = 0$$

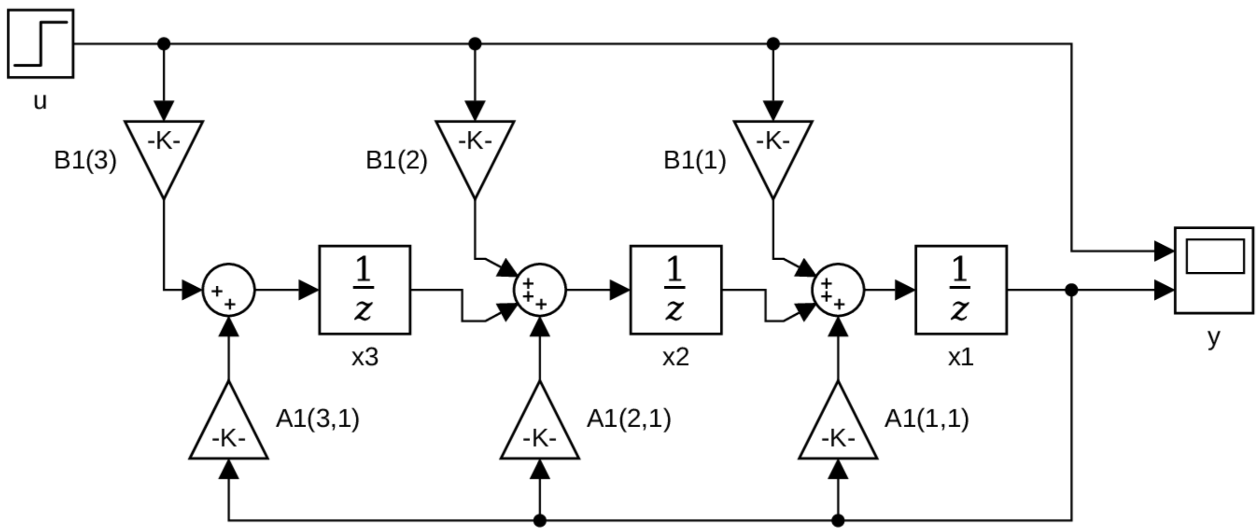
Równania stanu dla metody II mają postać:

$$\begin{aligned} &x_1(k+1) = 3.1287x_1(k) + x_2(k) + 0.2539u(k) \\ &x_2(k+1) = -2.2119x_1(k) + x_3(k) - 0.3048u(k) \\ &x_3(k+1) = 3.1287x_1(k) + 0.0858u(k) \\ &y(k) = x_1(k) \end{aligned}$$

2.2 Reprezentacja graficzna modelu



Rysunek 1: Reprezentacja graficzna modelu wariant I metody bezpośredniej



Rysunek 2: Reprezentacja graficzna modelu wariant II metody bezpośredniej

3 Regulator ze zprzężanem od stanu

Zadaniem regulatora ze sprzężenieim od stanu jest sprowadzenie procesu od stanu początkowego do stanu zerowego. Należy więc wyznaczyć wektor K który zgodnie z prawem regulacji: $u(k) = -Kx(k)$ zapewnidobrą jakość regulacji.

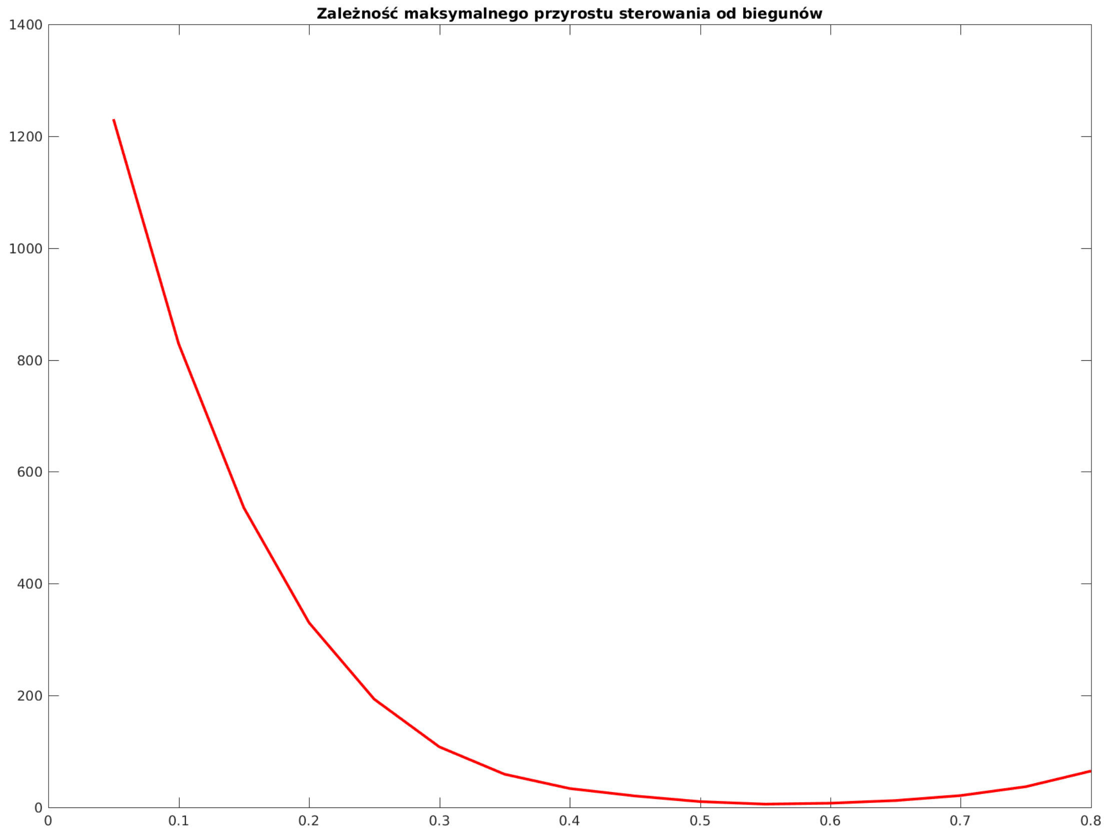
3.1 Trzy takie same bieguny rzeczywiste

W celu ustalenia najlepszego punktu ulokowania wykonam symulacje w zakresie od 0.05 do 0.8 co 0.05.

Wektor K wyznaczymy za pomocą polecenia acker pakietu matlab

$$K = acker(A_1, B_1, p)$$

3.2 Maksymalny przyrost sterowania w zależności od biegunów

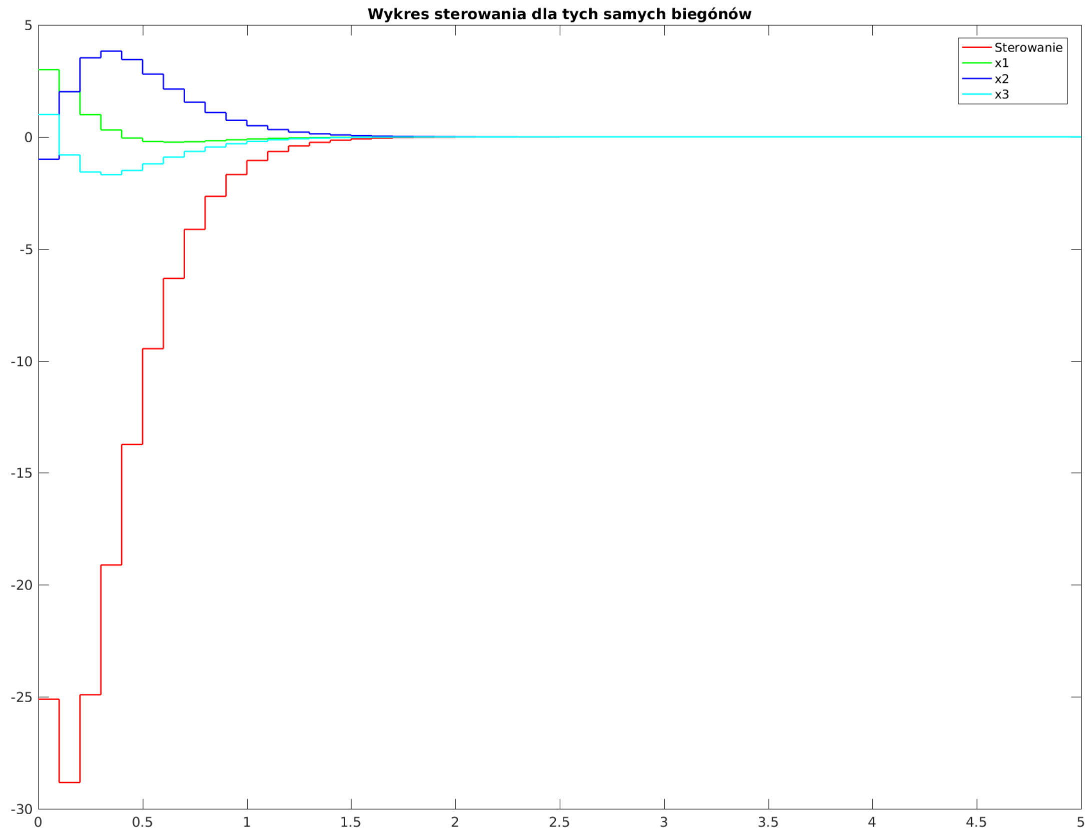


Rysunek 3: Wykrez sależności maksymalnego przyrostu sterowania od wartoości biegunów

Stosując jako wskaźnij jakości minimalny przyrost sterowania możemy odczytać z wykresu lokalizację biegunów, wtedy :

$$p = [0.55 \quad 0.55 \quad 0.55]$$

Co Potwierdza poniższy wykres symulacji. Regulator w którkim czasie i bez sokoków sterowania sprowadza układ do stanu końcowego.



Rysunek 4: Wykres symulacji obiektu dla najlepszego wyboru takich samych biegunów

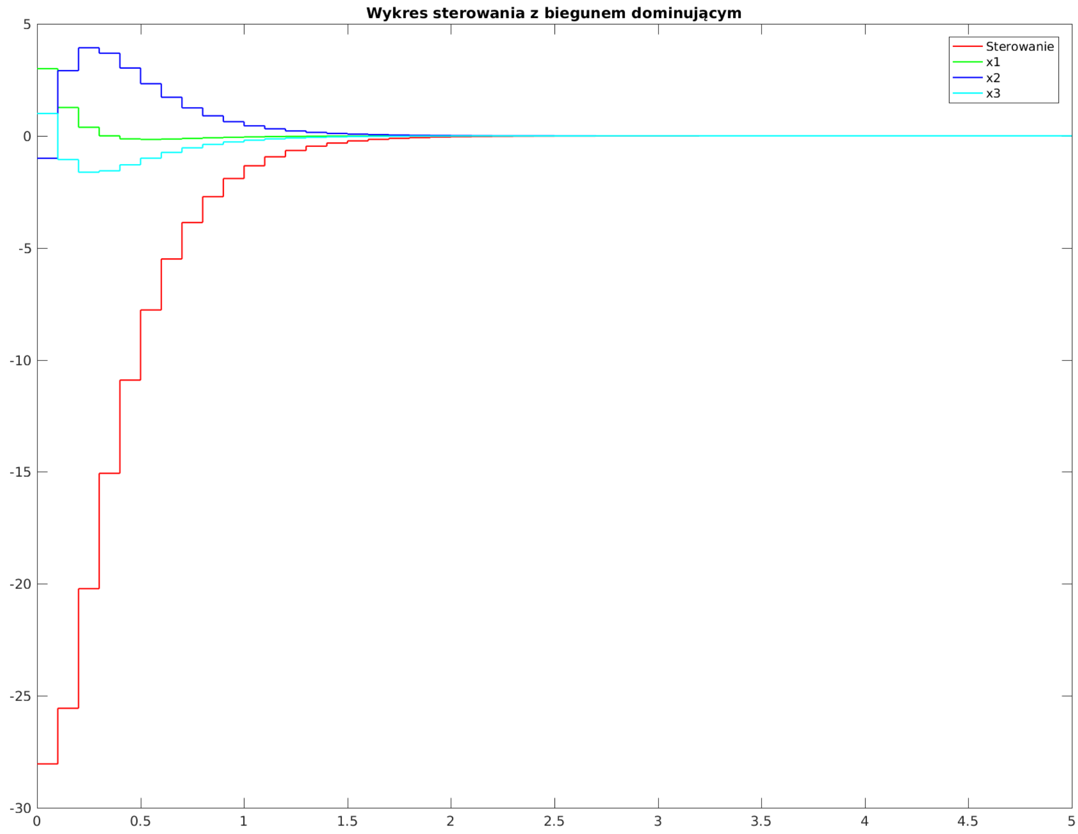
Wektor K wynosi dla takigo umiejscowienia:

$$K = \begin{bmatrix} 17,344 & 10,505 & 10,225 \end{bmatrix}$$

3.3 Biegun dominiujący

Koljejnym etapem jest takie dobranie biegunów, aby jeden z nich był dominujący, a pozostałe miały jak najmniejsze znaczenie na układ regulacji. Nadal wybieramy spośród prawej połowy koła jednostkowego. Szybkość regulacji zależy od odległosci od środka układu. W przypadku biegunu dominującego należy ulokować dwa bieguny blisko środka układu oraz jeden dominujący znacznie dalej. Zostało przeprowadzonych kilka symulacji spełniających powyższe założenia. Oto najlepsza z nich:

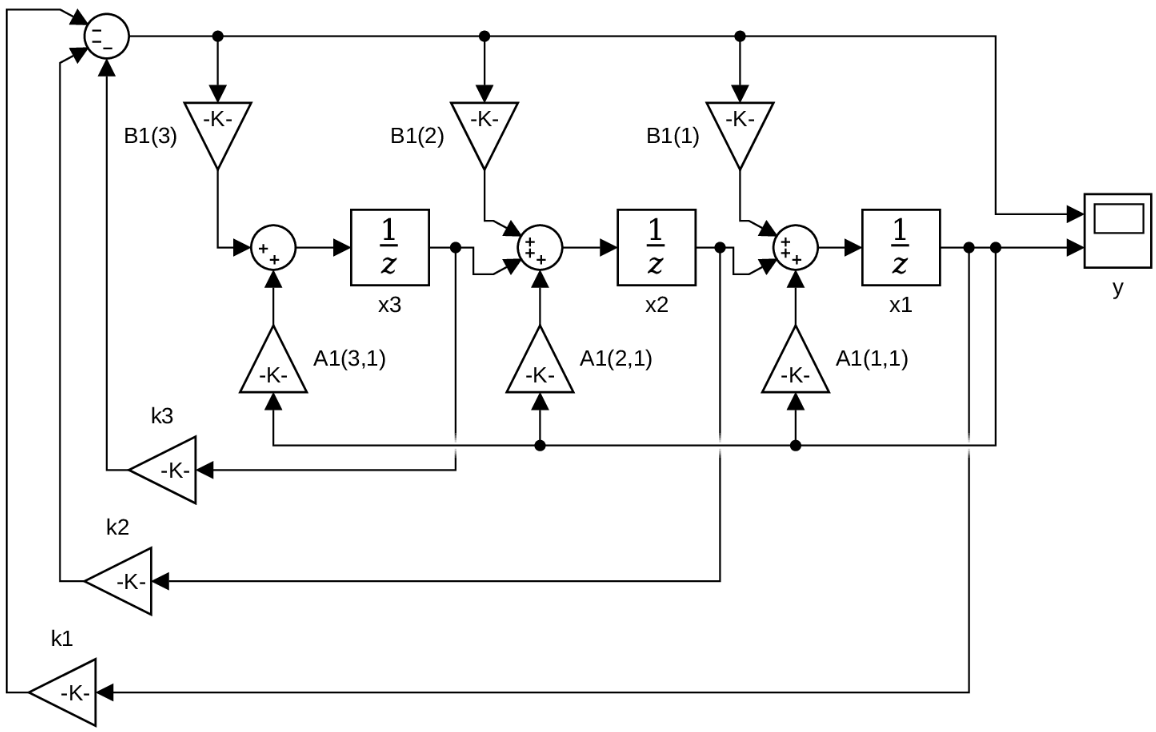
$$p = [0.4 \quad 0.4 \quad 0.7]$$



Rysunek 5: Wykres symulacji obiektu dla najlepszego wyboru biegunu dominującego

3.4 Struktura układu regulacji

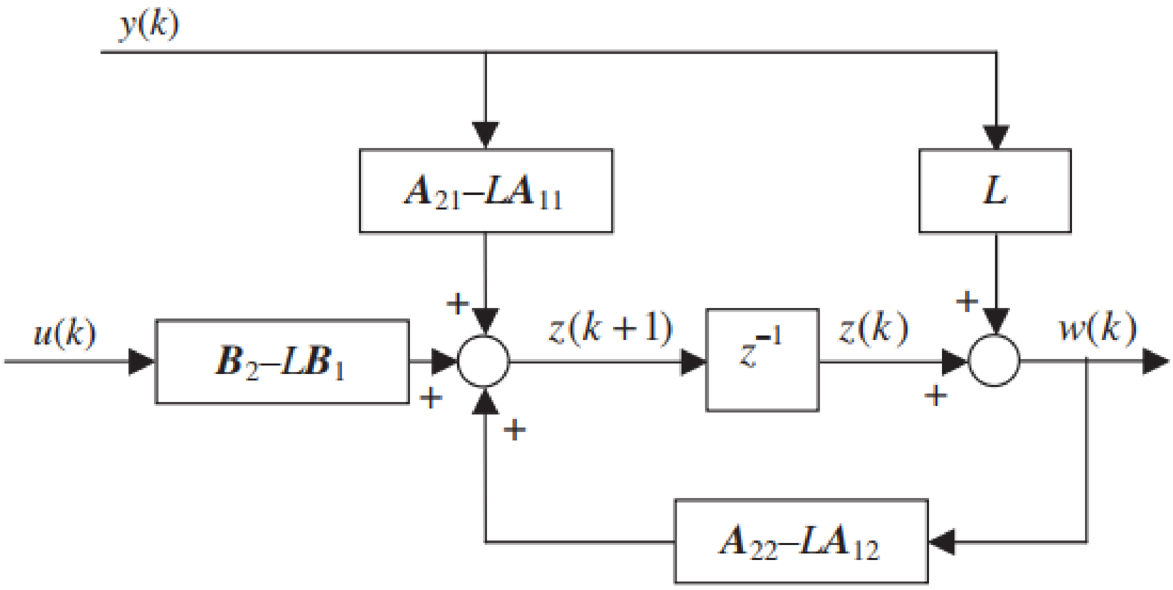
Symulacje zostały przeprowadzone na obiekcie ze sprzężeniem od stanu którego reprezentacja graficzna przedstawiona jest poniżej.



Rysunek 6: Struktura obiektu z regulatorem

4 Obserwator zredukowanego rzędu

4.1 Ogólna struktura obserwatora zredukowanego rzędu



Rysunek 7: Ogólna struktura obserwatora zredukowanego rzędu

4.2 Wyznaczanie parametrów

Wektor L oblicza się porównując współczynniki przy odpowiednich potęgach zmiennej z wielomianu charakterystycznego. Wektor L można wyznaczyć korzystając z polecenia pakietu matlab. Szukaną wielkość L znajduje się następująco:

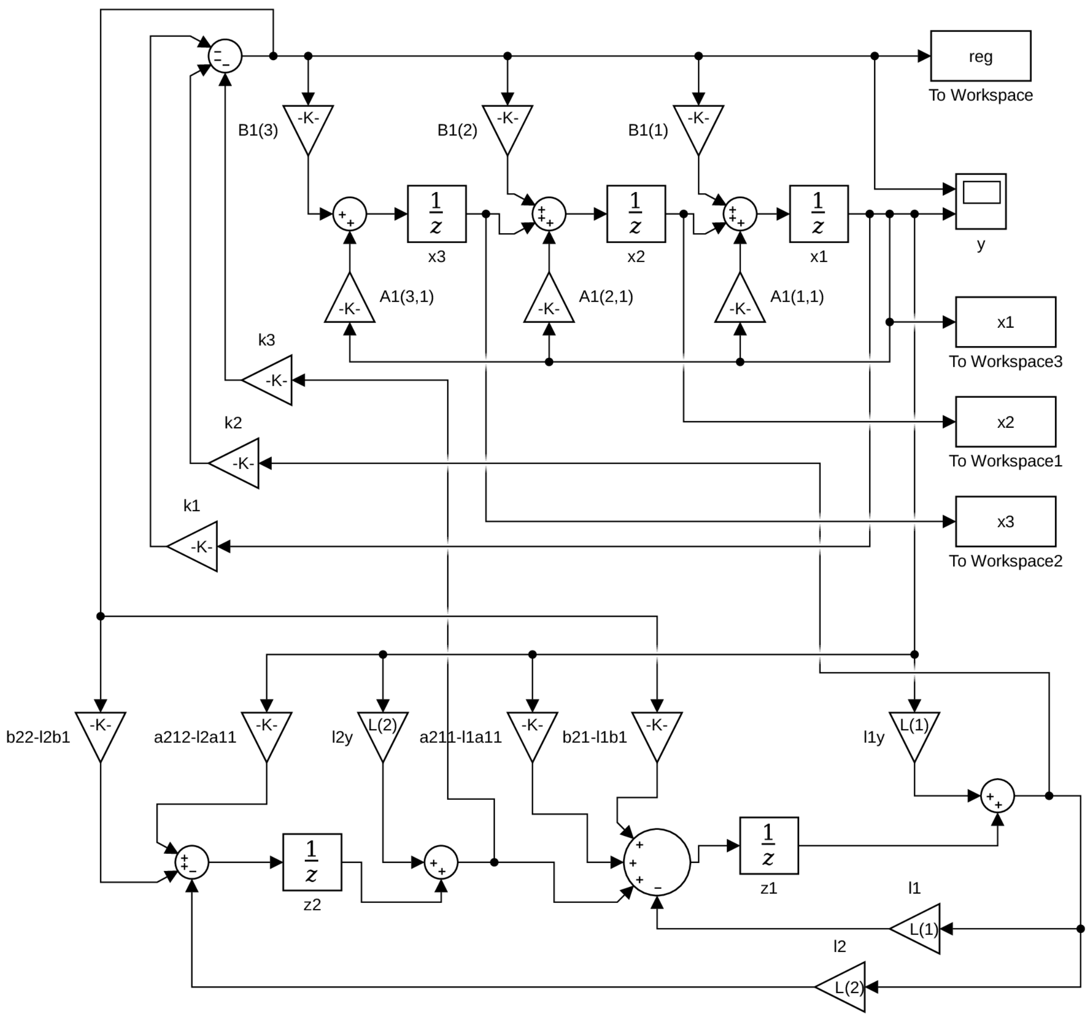
$$L = acker(A'_{22}, A'_{12}, [z_{o2} \quad z_{o3}])$$

Równanie Obserwatora zredukowanego rzędu ma następującą postać:

$$z(k=1) = (A_{22} - LA_{12}(z(k) + Ly(k)) + (A_{21} - LA_{11})y(k) + (B_2 - LB1)u(k)$$

4.3 Reprezentacja graficzna obiektu z obserwatorem

Na podstawie równania obserwatora został zrealizowany model w Symulinku zawierający obiekt, regulator i obserwator zredukowanego rzędu. Schemat układu znajduje się poniżej:

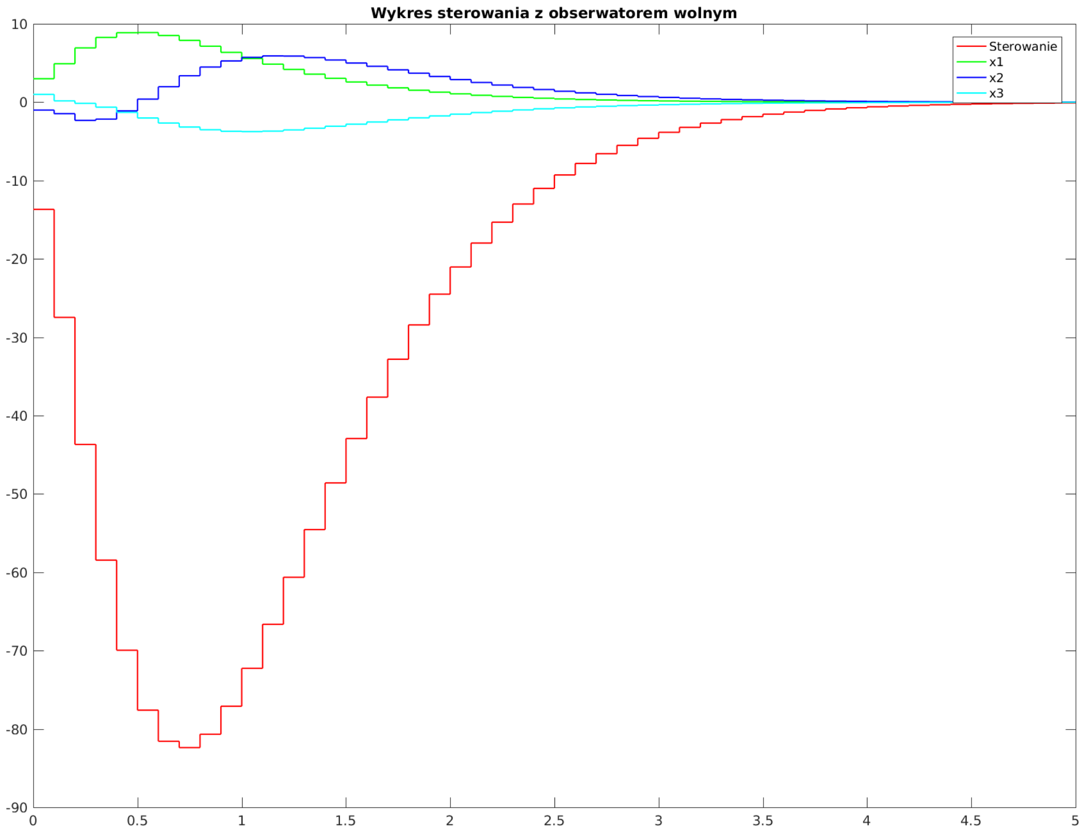


Rysunek 8: Struktura obiektu z regulatorem i obserwatorem zredukowanego rzędu

4.4 Obserwator wolny

W pierwszym podpunkcie bieguny obserwatora zostały ulokowane tak, aby regulacja następowała wolno. Najlepszy rezultat z symulowanych wystąpił dla wektora:

$$p = [0.8 \quad 0.8]$$

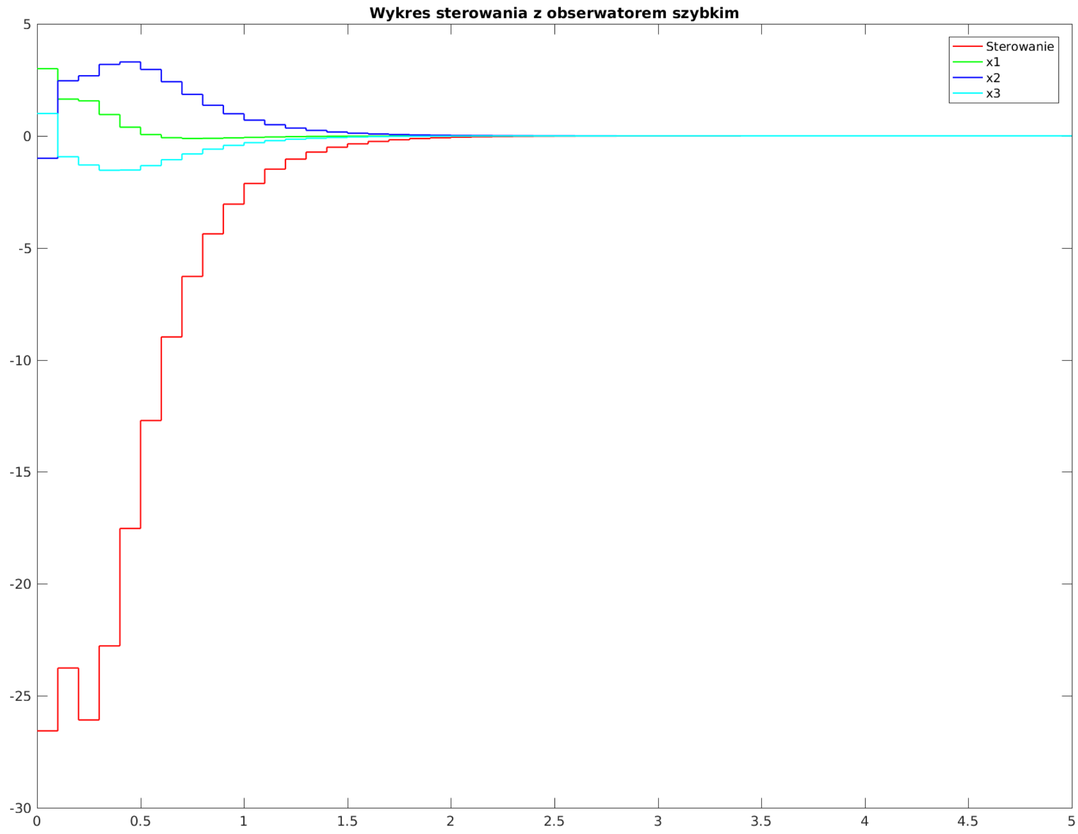


Rysunek 9: Symulacja modelu z obserwatorem wolnym

4.5 Obserwator szybki

W kolejnym podpunkcie należało tak ulokować bieguny obserwatora, aby regulacja następowała szybko. Dodatkowym wskaźnikiem jakośći podczas obsewacji była umiarkowana wartość sygnału sterującego. Najlepszy rezultat z symulowanych wystąpił dla wektora:

$$p = [0.3 \quad 0.3]$$



Rysunek 10: Symulacja modelu z obserwatorem szybkim