STP - Projekt, zadanie 1.2

Jakub Postępski

19 maja 2017

Obiekt opisany jest transmitancją ciągłą

$$G(s) = \frac{0.5s^2 + 3.25s + 5.25}{s^3 + 7s^2 - 14s - 120}$$

1 Zadanie 1

1.1 Transmitancja dyskretna

Transmitancja dyskretna została wyliczona przy użyciu Matlaba. Najpierw użyto polecenia *tf*, które tworzy model transmitancji wykorzystywany do obliczania transmitancji dyskretnej.

$$G = tf(\begin{bmatrix}0.5 & 3.25 & 5.25\end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix}1 & 7 & -14 & -120\end{bmatrix})$$

Do wyliczania z modelu transmitancji dyskretnej użyto polecenia *c2d*.

$$Gd = c2d(G, 0.1,' zoh')$$

Transmitancja dyskretna obiektu ma następującą postać:

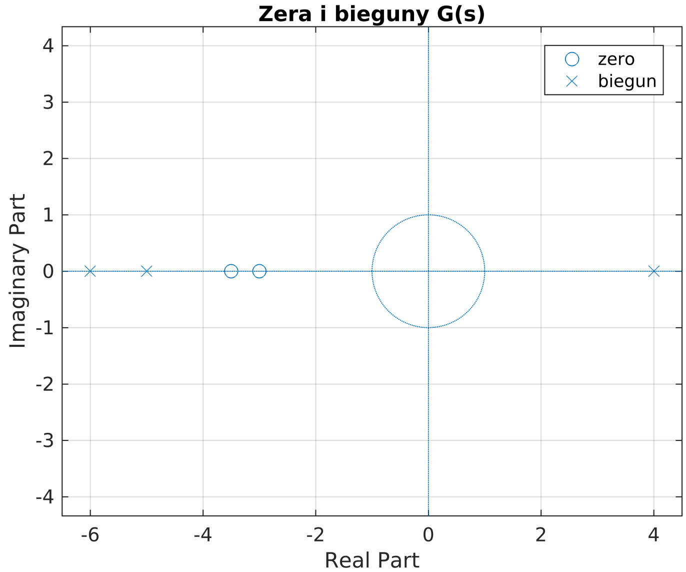
$$G(z) = \frac{0.05095z^2 - 0.07384z + 0.02672}{z^3 - 2.647z^2 + 2.056z - 0.4966}$$

1.2 Zera i bieguny transmitancji

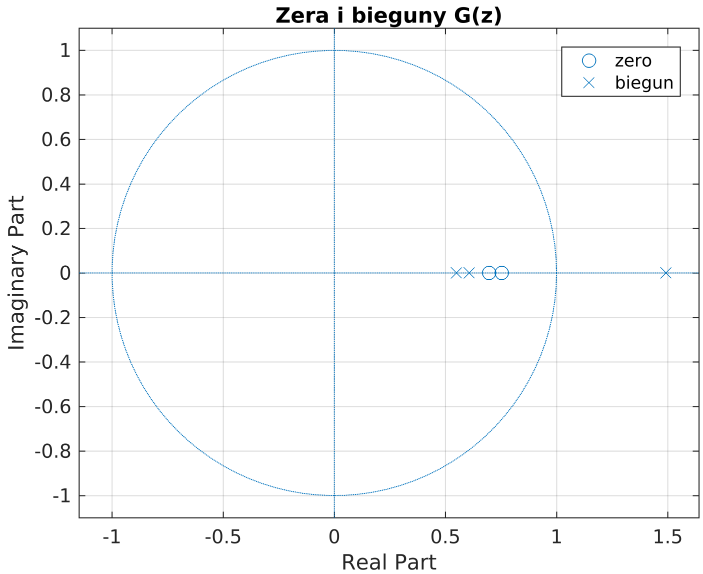
Korzystając z funkcji *roots* dostajemy:

- zera transmitancji ciągłej: $s_0 = -3.5$; $s_1 = -3$
- bieguny transmitancji ciągłej: $s_{00} = -6$; $s_{01} = -5$; $s_{02} = 4$
- zera transmitancji dyskretnej: $s_0 = 0.6990$; $s_1 = 0.7502$
- bieguny transmitancji dyskretnej: $s_{00} = 0.5529$; $s_{01} = 0.6019$; $s_{02} = 1.4922$

Obiekt jest nie jest stabilny, ponieważ wszystkie bieguny transmitancji ciągłej (rys. 1) nie znajdują się w lewej półpłaszczyźnie, co jest warunkiem stabilności asymptotycznej. Dla transmitancji dyskretnej obiekt nie jest stabilny, bo nie wszystkie bieguny (rys. 2) mają wartość bezwzględną mniejszą od 1, co jest warunkiem stabilności asymptotycznej.



Rysunek 1: Zera i bieguny transmitancji ciągłej



Rysunek 2: Zera i bieguny transmitancji dyskretnej

2 Zadanie 2

2.1 Pierwszy wariant metody bezpośredniej

Licznik oraz mianownik wyliczonej wcześniej transmitancji dyskretnej mnożymy przez z^{-3} otrzymując:

$$G(z) = \frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{0.05095z^{-1} - 0.07384z^{-2} + 0.02672}{1 - 2.647z^{-1} + 2.056z^{-2} - 0.4966z^{-3}}$$

i wprowadzamy sygnał pomocniczy:

$$E(z) = \frac{U(z)}{1 - 2.647z^{-1} + 2.056z^{-2} - 0.4966z^{-3}}$$

więc:

$$E(z) = U(z) - (-2.647z^{-1} + 2.056z^{-2} - 0.4966z^{-3})E(s)$$
$$Y(z) = (0.05095z^{-1} - 0.07384z^{-2} + 0.02672)E(z)$$

Otrzymujemy reprezentację macierzową, oraz reprezentację graficzną (rysunek **??**):

$$A_1 = \begin{bmatrix} -2.647 & 2.056 & -0.4996 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$C_1 = \begin{bmatrix} 0.05095 & -0.07384 & 0.00267 \end{bmatrix}$$

$$D_1 = 0$$

2.2 Drugi wariant metody bezpośredniej

Korzystając z zależności:

$$A_2 = A_1^T, B_2 = C_1^T, C_2 = B_1^T, D = 0$$

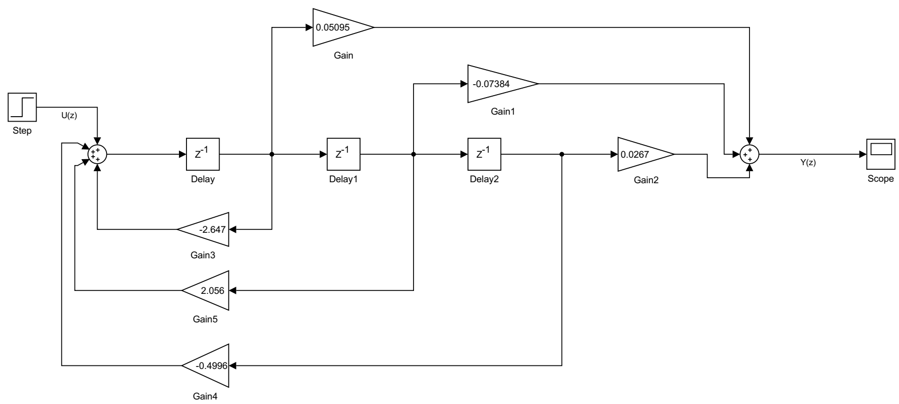
otrzymujemy reprezentację macierzową i reprezentację graficzną (rysunek **??**):

$$A_2 = \begin{bmatrix} -2.647 & 1 & 0 \\ 2.056 & 0 & 1 \\ -0.4996 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$B_2 = \begin{bmatrix} 0.05095 \\ -0.07384 \\ 0.00267 \end{bmatrix}$$

$$C_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$D_2 = 0$$



Rysunek 3: Reprezentacja modelu dyskretnego, w wariancie pierwszym metody bezpośredniej

3 Zadanie 3

Wyznaczamy wektor sprzężeń zwrotnych K. Rozwiązujemy równianie charakterystyczne i sprowadzamy do postaci:

$$det(zI - (A - BK)) = (z - z_1)(z - z_2)(z - z_3)$$

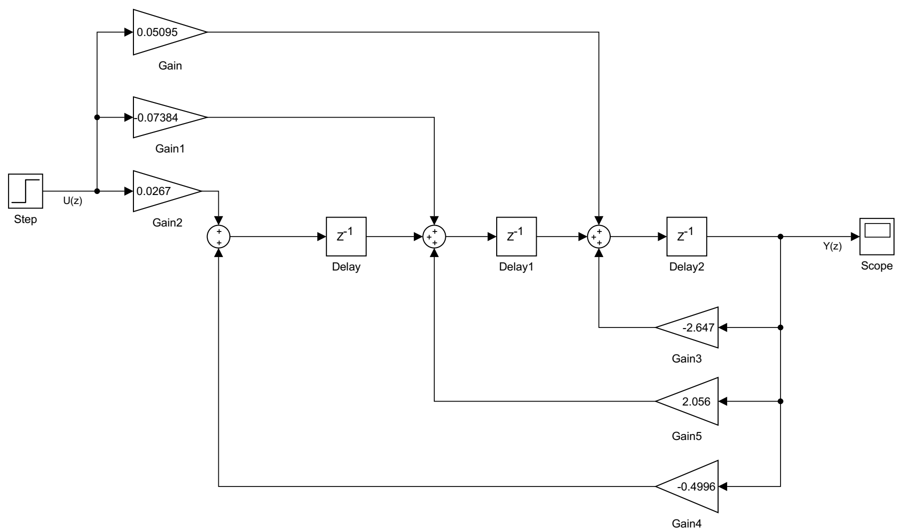
Do wyliczania wektorów K zastosowano funkcję *acker()*. Układ wykorzystany w zadaniu przedstawia rysunek 5. Wykres zmian różnicy sygnału sterowania przedstawia rysunek 6 Najlepszy układ regulacji uzyskano dla biegunów

$$z_1 = 0.1, z_2 = 0.1, z_3 = 0.1$$

.

3.1 Wyliczanie wektora K dla równych biegunów

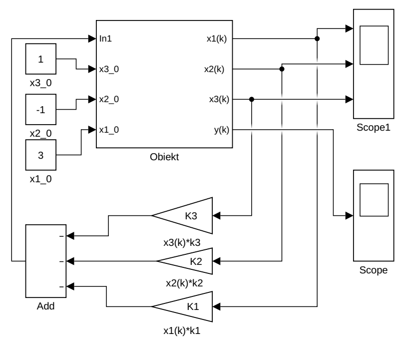
Na rys. 7 bieguny z poza układu jednostkowego, brak regulacji. Na rys. 10 układ reguluje się, lecz znacząco wolniej niż układ na rys. 8 i widoczne przeregulowanie. Na rys. 11 układ reguluje się, lecz widać zjawisko biegunów dzwoniących.



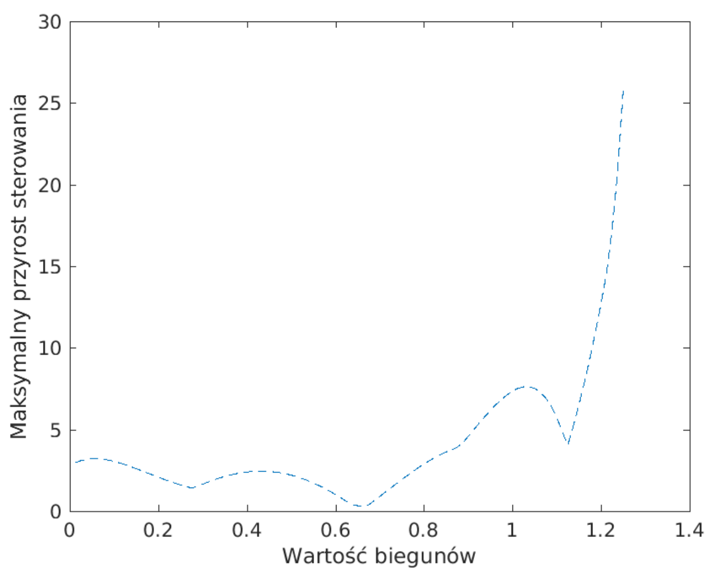
Rysunek 4: Reprezentacja modelu dyskretnego, w wariancie drugim metody bezpośredniej

3.2 Wyliczanie wektora K dla bieguna dominującego

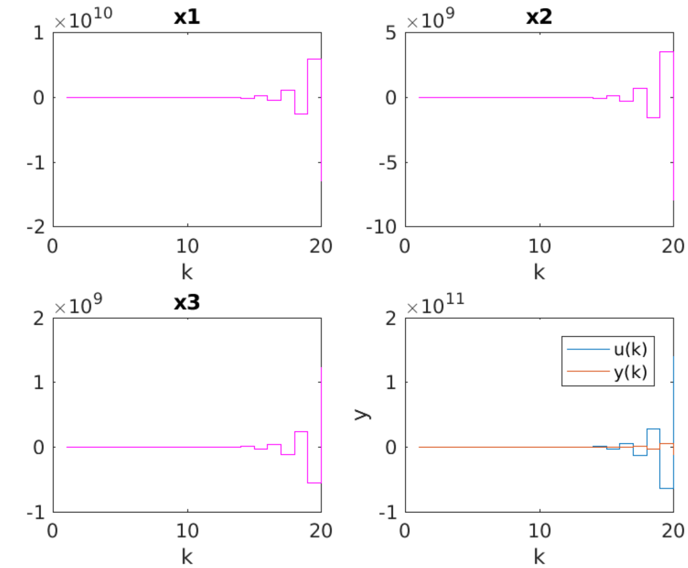
Widać, że im bliżej bieguny znajdują się bieguna dominującego, tym szybsza regulacja, ale też większe przeregulowanie.



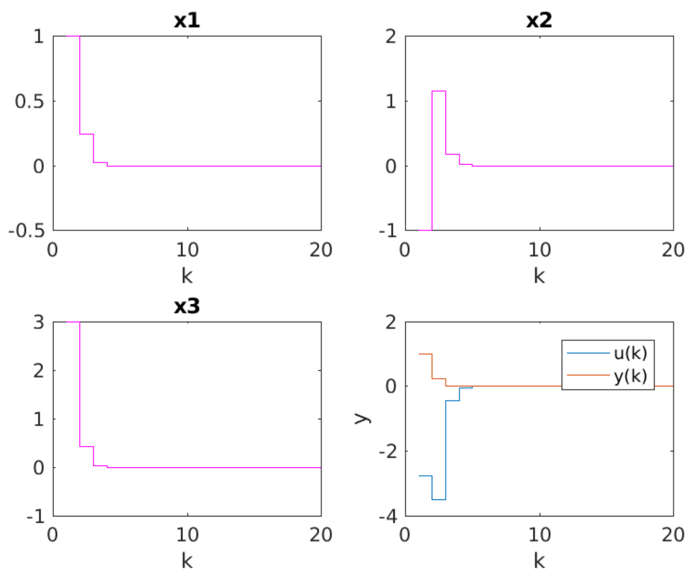
Rysunek 5: Reprezentacja graficzna układu



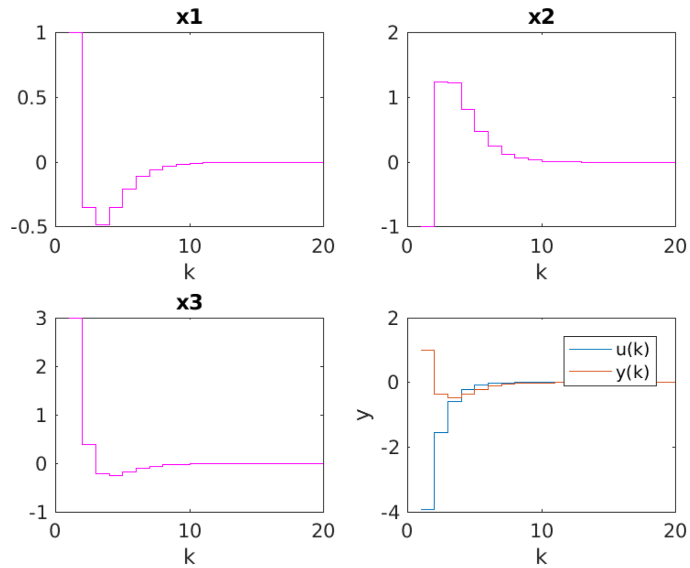
Rysunek 6: Wykres zmian sterowania



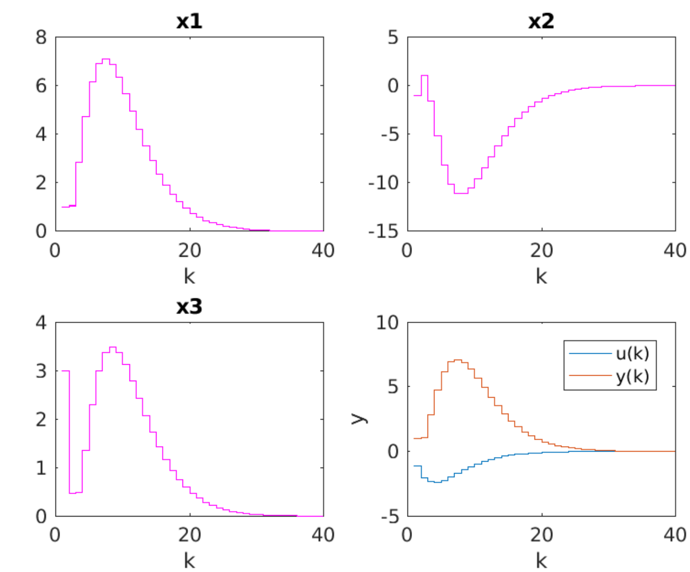
Rysunek 7: Bieguny z1=-2, z2=-2, z3=-2



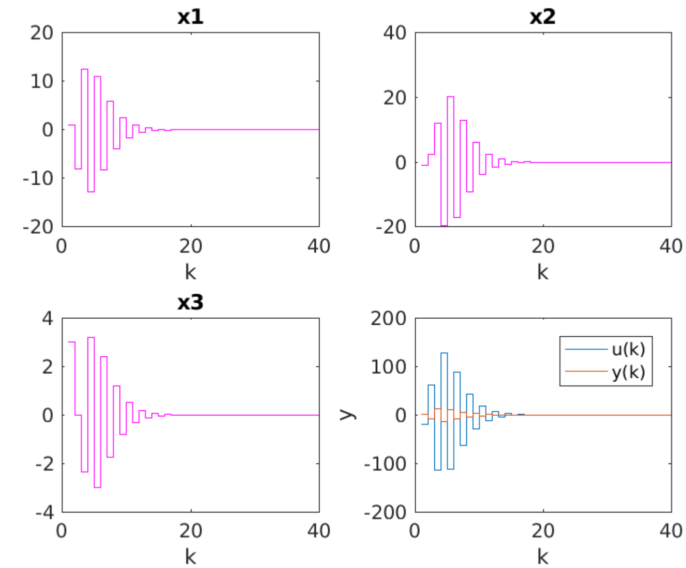
Rysunek 8: Bieguny z1=0.1, z2=0.1, z3=0.1



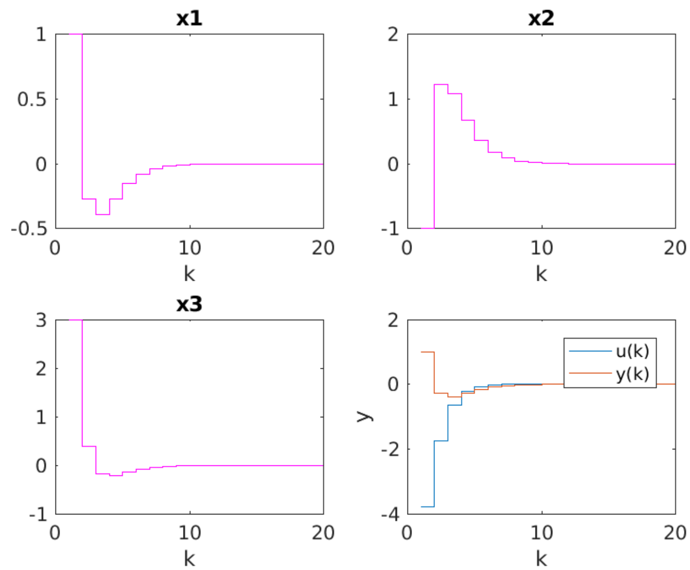
Rysunek 9: Bieguny z1=0.4, z2=0.4, z3=0.4



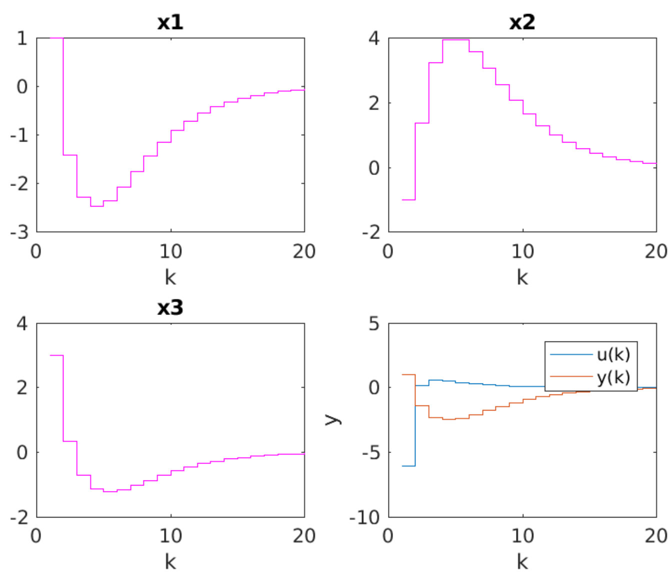
Rysunek 10: Bieguny z1=0.7, z2=0.7, z3=0.7



Rysunek 11: Bieguny z1=-0.5, z2=-0.5, z3=-0.5



Rysunek 12: Bieguny z1=0.1, z2=0.4, z3=0.4



Rysunek 13: Bieguny z1=0.1, z2=0.7, z3=0.7