Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Projektowanie układów sterowania (projekt grupowy)

Sprawozdanie z projektu i ćwiczenia laboratoryjnego nr 2, zadanie nr 3

Mateusz Koroś, Ksawery Pasikowski, Mateusz Morusiewicz

Warszawa, 2017

Spis treści

1. Zadanie 1.

Poprawność punktu pracy została sprawdzona poprzez sprawdzenie, czy obiekt, będący w punkcie pracy pozostanie w nim, jeśli wartości sterowania i zakłóceń pozostaną takie same(tzn. $u = 0$, $z = 0$). Zostało to wykonane za pomocą komendy:

```
y_ust = symulacja_obiektu3y(0, 0, 0, 0, 0, 0);
```

2. Zadanie 2.

Zarówno sterowanie, jak i zak?ócenie zosta?y wzbudzone do warto?ci:
- 0,8
- 0,4
- $-0{,}4$
- $-0{,}8$

Odpowiedzi skokowe dla toru wej?cie-wyj?cie wida? na rysunku 2.1 a dla toru zak?ócenie wyj?cie na rysunku 2.2.

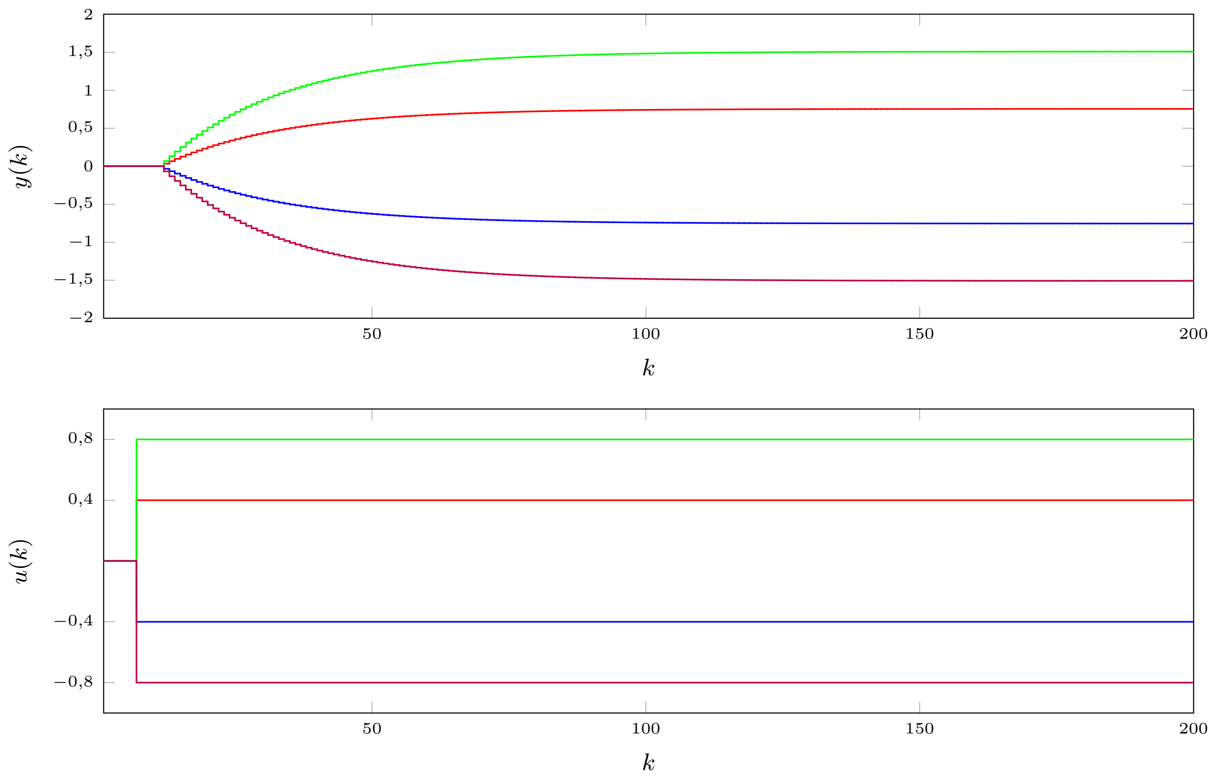
Charakterystyk? statyczn? $y(u, z)$ procesu przedstawia wykres 2.3

Z charakterystyki wida?, ?e w?a?ciwo?ci statyczne procesu s? liniowe. W?a?ciwo?ci dynamiczne równie?, st?d mo?emy obliczy? wzmocnienie statyczne toru wej?cie-wyj?cie:

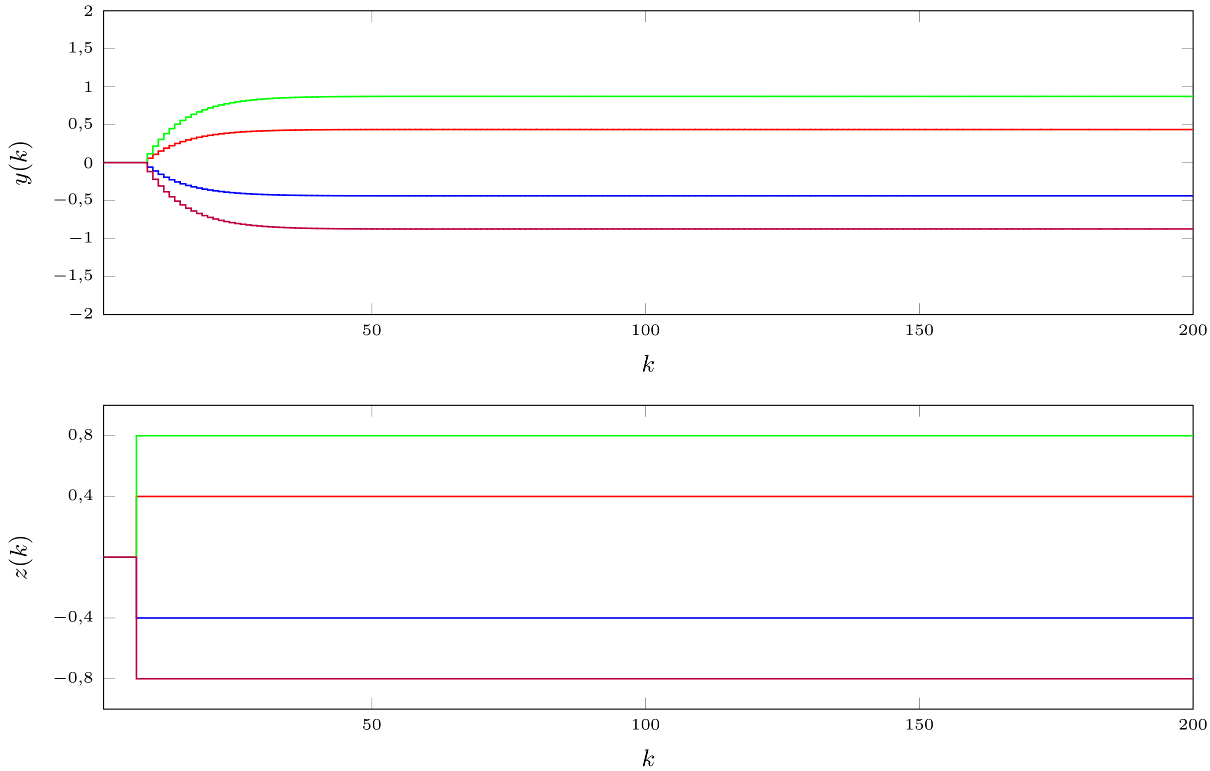
$$K = \frac{\Delta y}{\Delta u} = 1{,}8737$$

oraz wzmocnienie statyczne toru zak?ócenie-wyj?cie:

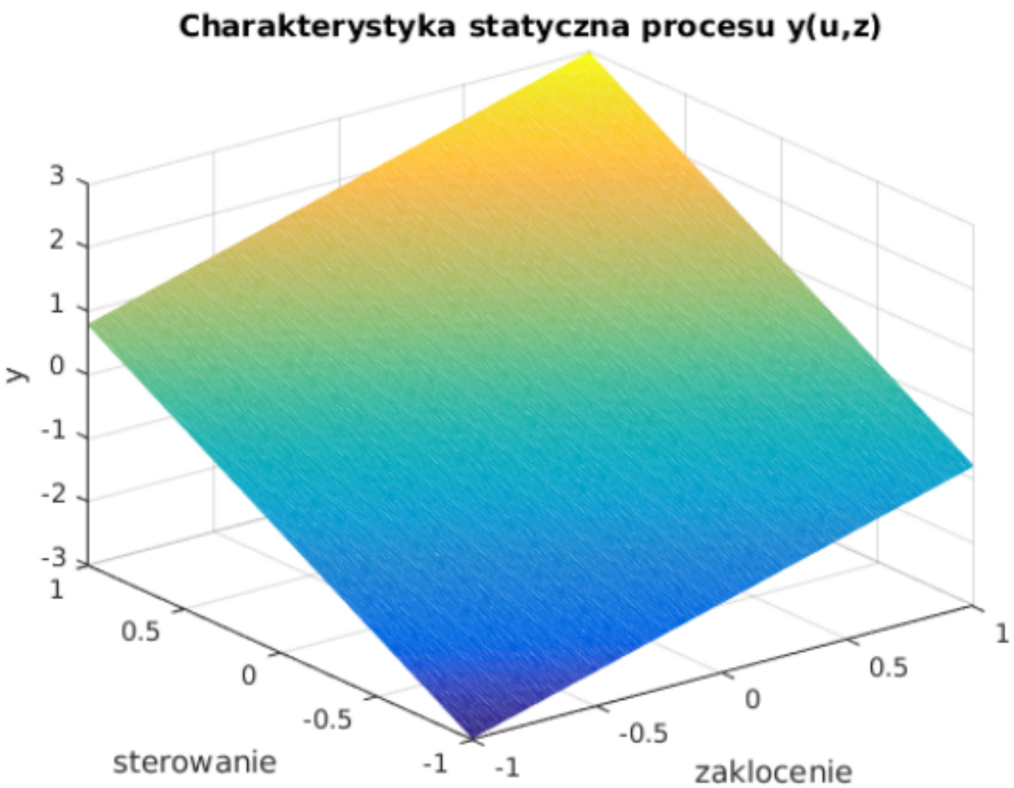
$$K = \frac{\Delta y}{\Delta z} = 1{,}0837$$



Rys. 2.1. Odpowied? skokowa toru wej?cie-wyj?cie



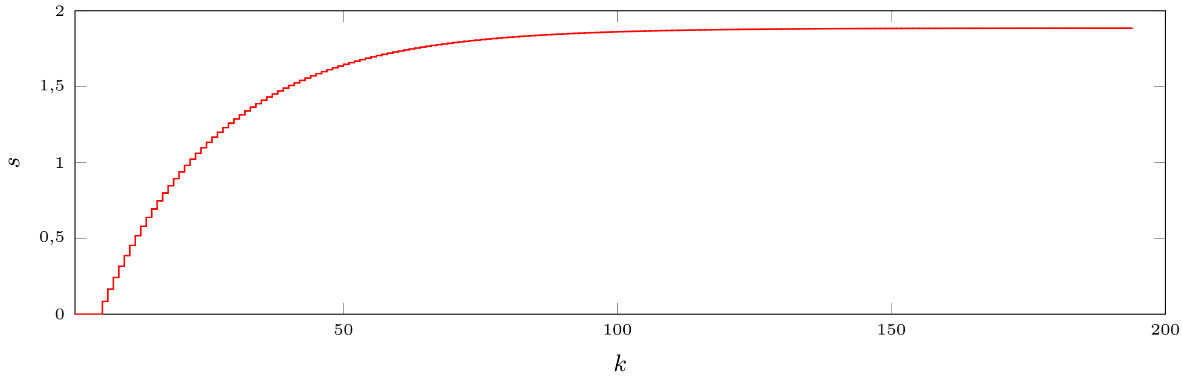
Rys. 2.2. Odpowied? skokowa toru zak?ócenie-wyj?cie



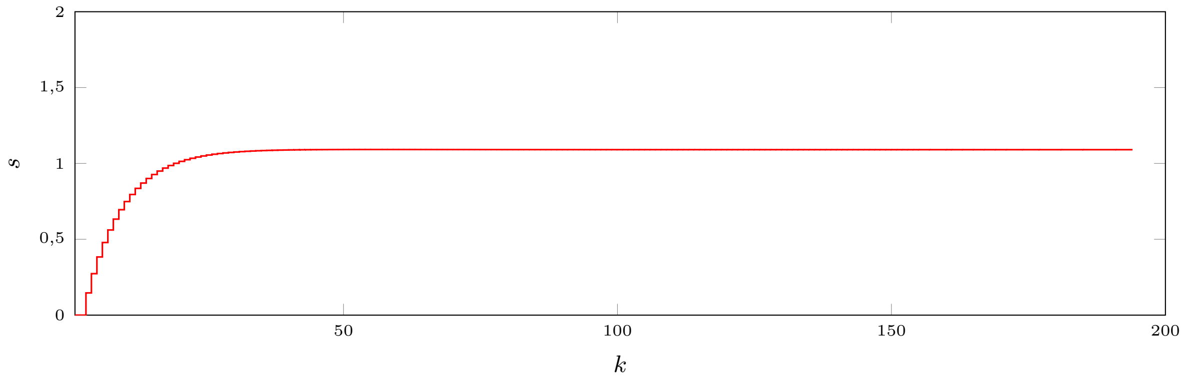
Rys. 2.3. Charakterystyka statyczna procesu

3. Zadanie 3.

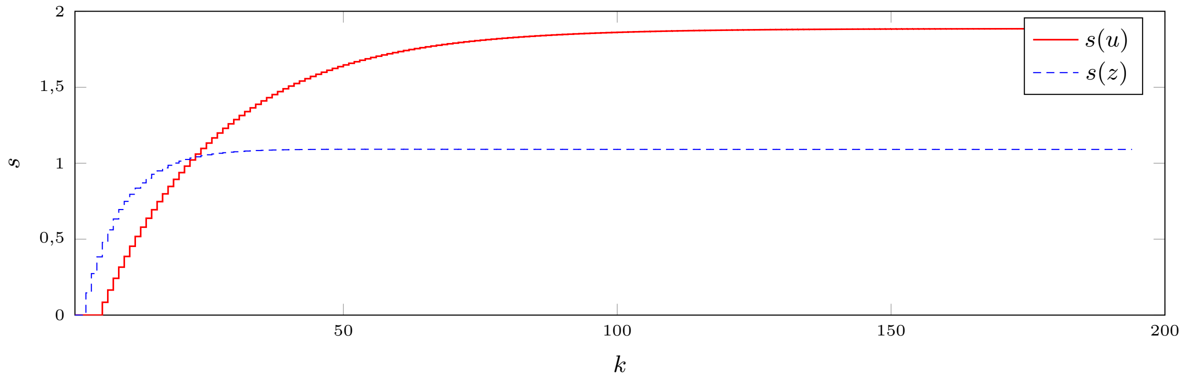
Znormalizowana odpowied? skokowa(dla skoku jednostkowego) toru wej?cie-wyj?cie widoczna jest na rysunku 3.1, natomiast toru zak?ócenie-wyj?cie na rysunku 3.2. Porównanie obu odpowiedzi wida? na rysunku 3.3. Zostan? one wykorzystane do wyznaczenia parametrów algorytmu DMC. W szczególno?ci odpowied? skokowa toru zak?ócenie-wyj?cie zostanie wykorzystana w algorytmie, uwzgl?dniaj?cym zak?ócenia, który powinien by? bardziej niezawodny ni? klasyczny algorytm.



Rys. 3.1. Odpowied? skokowa toru wej?cie-wyj?cie



Rys. 3.2. Odpowied? skokowa toru zak?ócenie-wyj?cie



Rys. 3.3. Porównanie obu odpowiedzi

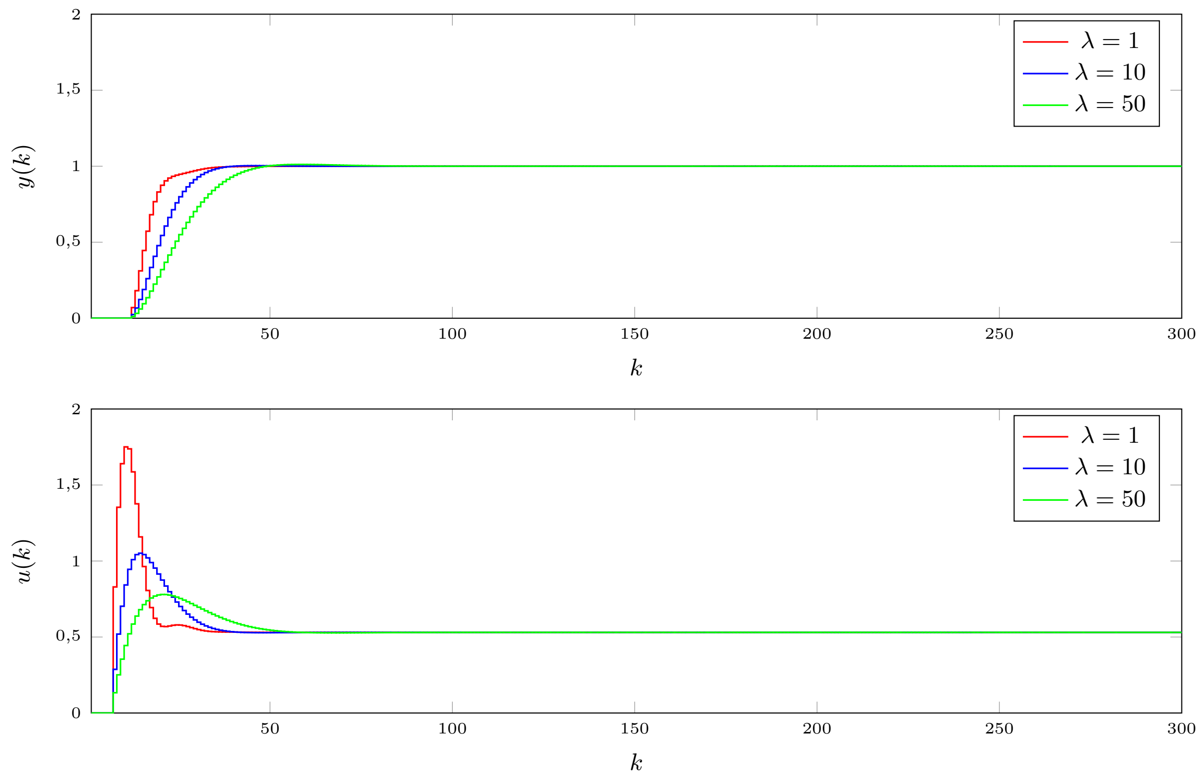
4. Zadanie 4.

Na rysunku 4.1 przedstawiono wyniki symulacji algorytmu DMC dla różnych wartości parametrów λ przy $D = N = N_u = 200$, gdyż dla takich horyzontów jakość regulacji powinna być teoretycznie najlepsza. Jakość regulacji była oceniania na podstawie rysunków oraz poprzez wyznaczenie wskaźnika regulacji:

$$E = \sum_{k=1}^{k_{konc}} (y^{zad}(k) - y(k))^2 = (Y_{zad} - Y)(Y_{zad} - Y)'$$

Wskaźnik regulacji dla różnych parametrów współczynnika λ wynosił odpowiednio:
— $\lambda = 1 \Rightarrow E = 13{,}7338$
— $\lambda = 10 \Rightarrow E = 16{,}5938$
— $\lambda = 50 \Rightarrow E = 19{,}9102$

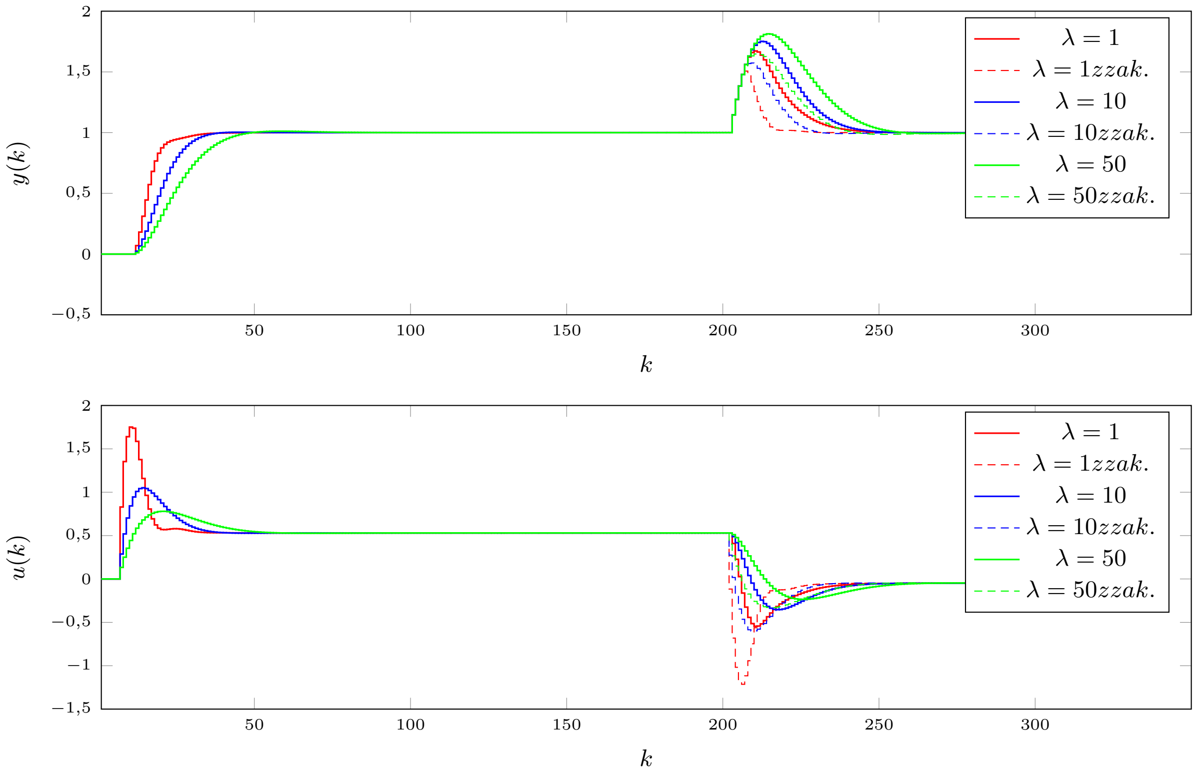
Jak widać, regulator o parametrze $\lambda = 1$ miał najmniejszy błąd oraz najszybciej dochodził do wartości zadanej, miał jednak bardzo duży skok sterowania w przeciwieństwie do regulatora o $\lambda = 50$, którego wydatek energetyczny był niewielki, jednak błąd oraz czas regulacji dość duże. Kompromisem między tymi regulatorami było ustawienie wartości $\lambda = 10$. W zależności od pożądanej cechy obiektu należałoby dobrać regulator, który jak najbardziej spełnia wymagania. Gdyby zależało nam na jak najszybszej regulacji, wybralibyśmy regulator o $\lambda = 1$, jednak gdyby priorytetem było stabilne sterowanie, bez nagłych skoków, lepszym wyborem byłby ten o $\lambda = 50$.



Rys. 4.1. Symulacja algorytmu DMC dla różnych wartości parametrów

5. Zadanie 5.

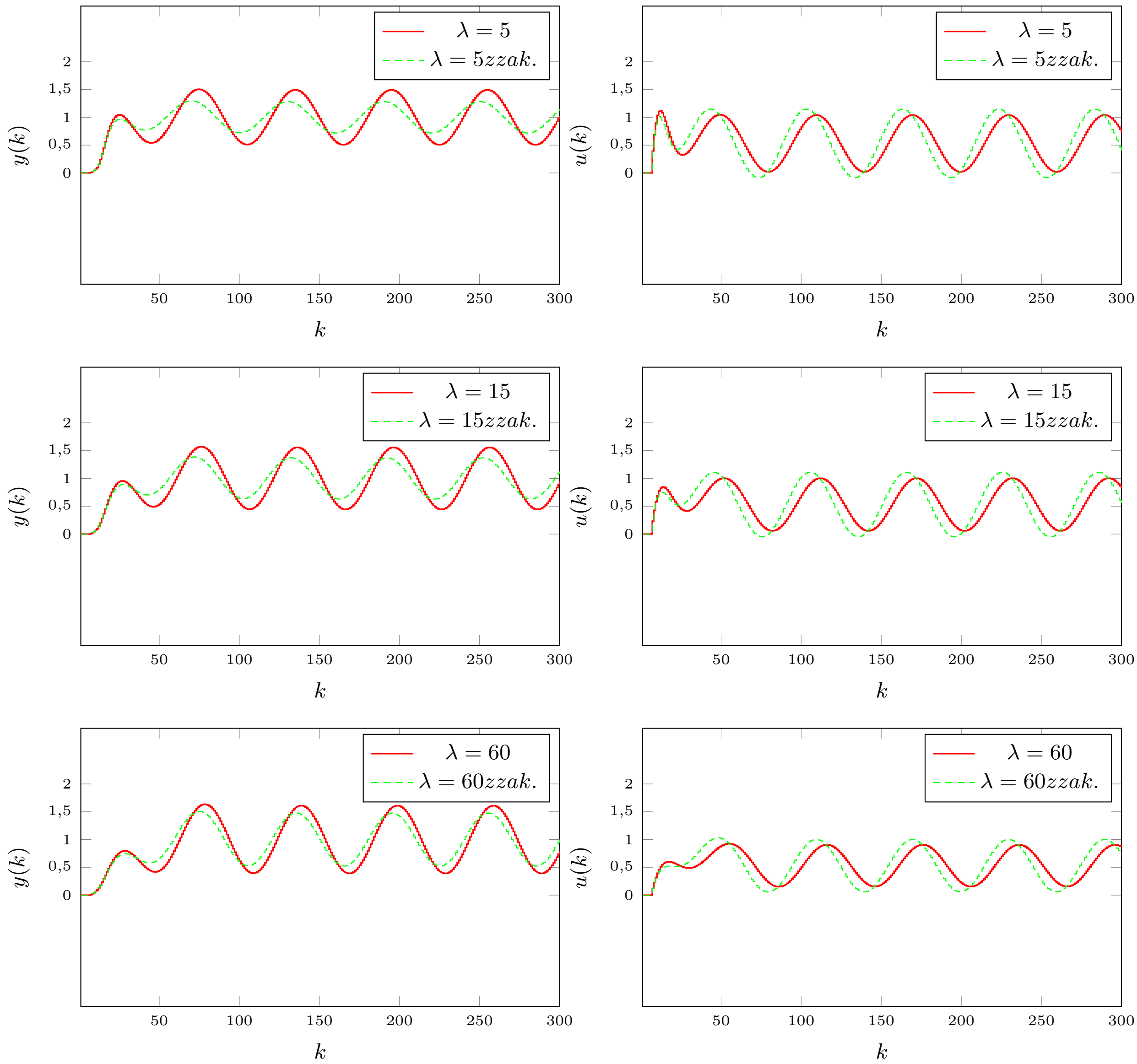
Wyniki symulacji, podczas której następuje skokowa zmiana sygnału zakłócenia widać na rysunku 5.1. Zmiana nastąpiła w momencie ustabilizowania się układu po skoku wartości sterowania. Na wykresach widać, że algorytm, uwzględniający zakłócenia (linia przerywana) radzi sobie lepiej, niż klasyczny dmc, gdyż powrót do wartości zadanej następuje dużo szybciej. Parametr D^z, tj. chwila, w której układ stabilizuje się po skoku wartości zakłócenia wynosi ok. 80, jednak w zależności od parametru λ może być dużo niższy.



Rys. 5.1. Symulacja algorytmu DMC dla skoku zakłócenia

6. Zadanie 6.

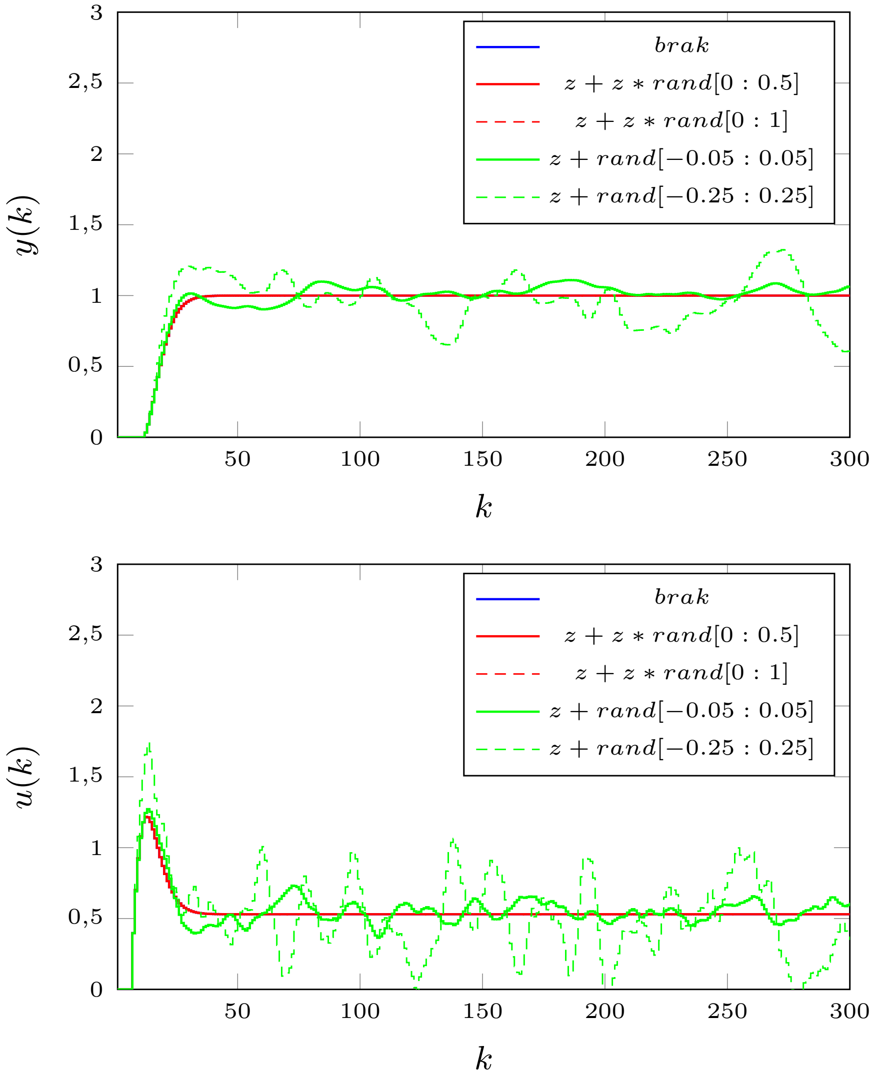
Działanie algorytmów przy zakłóceniu zmiennym sinusoidalnie widać na rysunku 6.1. Jest to zakłócenie bardzo trudne do wyrównania, stąd oba algorytmy nie nadążały z powrotem do wartości zadanej. Widać jednak, że uwzględnienie zakłóceń w algorytmie spowodowało znaczną poprawę regulacji - co prawda wykres wyjścia jest dalej sinusoidą, jednak o wyraźnie niższej amplitudzie. Świadczy to o tym, że, w przypadku gdy obiekt jest narażony na zakłócenia, warto zastosować ten regulator zamiast klasycznego DMC.



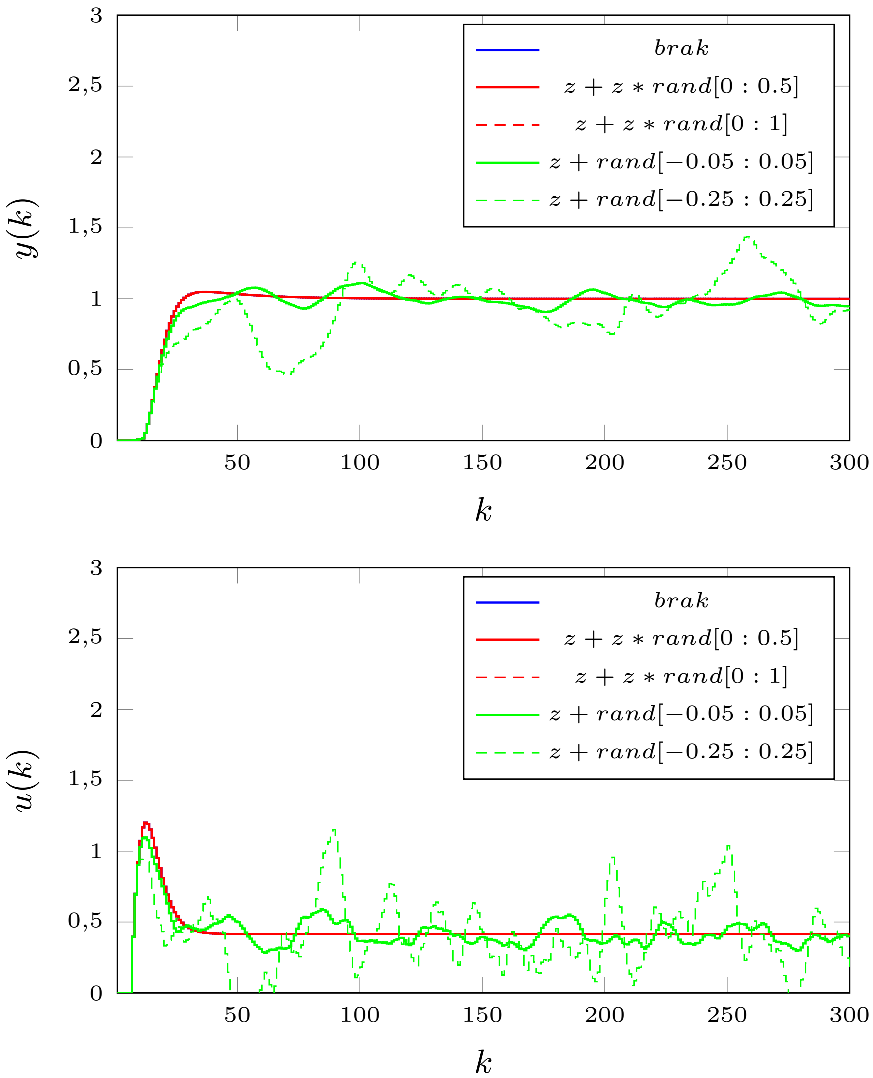
Rys. 6.1. Symulacja algorytmu DMC dla skoku zakłócenia

7. Zadanie 7.

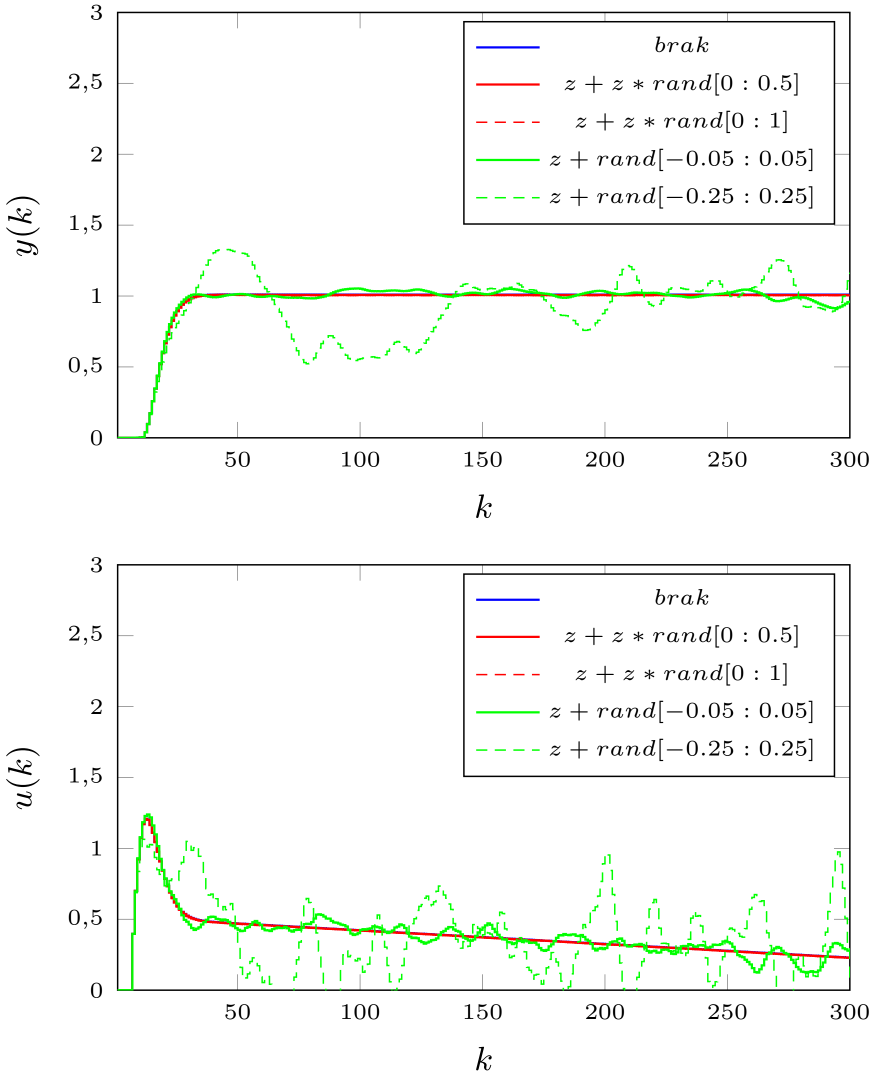
Odporność algorytmu przy parametrach $D = D^z = N = N_u = 200$ oraz $\lambda = 5$ zbadano dla zerowego zakłócenia(rysunek 7.1), stałej niezerowej wartości zakłócenia, w tym przykładzie równej 0,2(rysunek 7.2) oraz zakłócenia rosnącego liniowo(rysunek 7.3). Zbadano też różne rodzaje szumów. Jak widać regulator nie radzi sobie tylko przy dużym bezwzględnym szumie.



Rys. 7.1. Symulacja algorytmu DMC dla przy szumie pomiarowym i zerowym zakłóceniu



Rys. 7.2. Symulacja algorytmu DMC dla przy szumie pomiarowym i stałym niezerowym zakłóceniu



Rys. 7.3. Symulacja algorytmu DMC dla przy szumie pomiarowym i zakłóceniu rosnącym liniowo