

Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska

Projektowanie układów sterowania
(projekt grupowy)

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

Eva Reszka, Mateusz Roszkowski, Dominika Zając

Warszawa, 2021

Spis treści

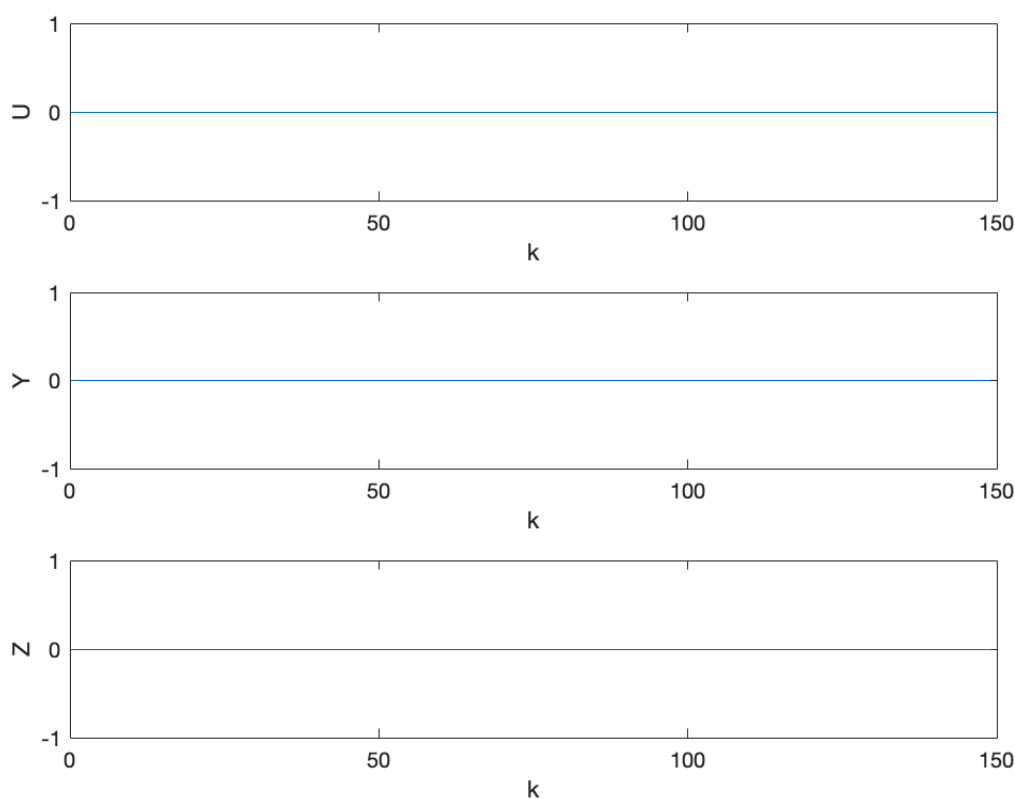
1. Projekt	2
1.1. Sprawdzenie poprawności wartości punktu pracy	2
1.2. Odpowiedzi skokowe procesu	2
1.3. Odpowiedź skokowa w algorytmie DMC	4
1.4. Algorytm DMC	6
2. Ćwiczenie laboratoryjne	7
2.1. Przygotowanie do wykonania ćwiczenia	7
2.2. Wyznaczenie odpowiedzi toru zakłócenie-wyjście	7
2.3. Przekształcenie odpowiedzi skokowej	8

1. Projekt

1.1. Sprawdzenie poprawności wartości punktu pracy

Implementacja zadań 1 i 2 znajduje się w pliku `pro2_zad12.mlx`

Symulowane wartości są stałe oraz zgodne z punktem pracy ($U_{pp} = Y_{pp} = Z_{pp} = 0$).

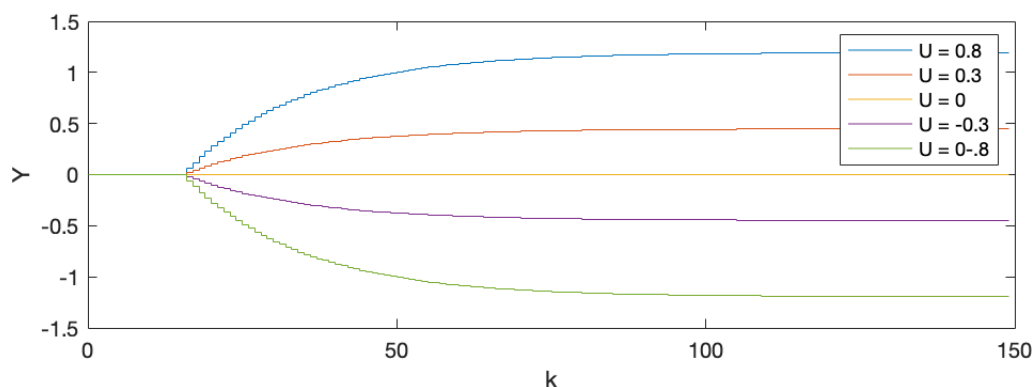


Rys. 1.1. Wartość zadana, wyjście i zakłócenie w punkcie pracy

1.2. Odpowiedzi skokowe procesu

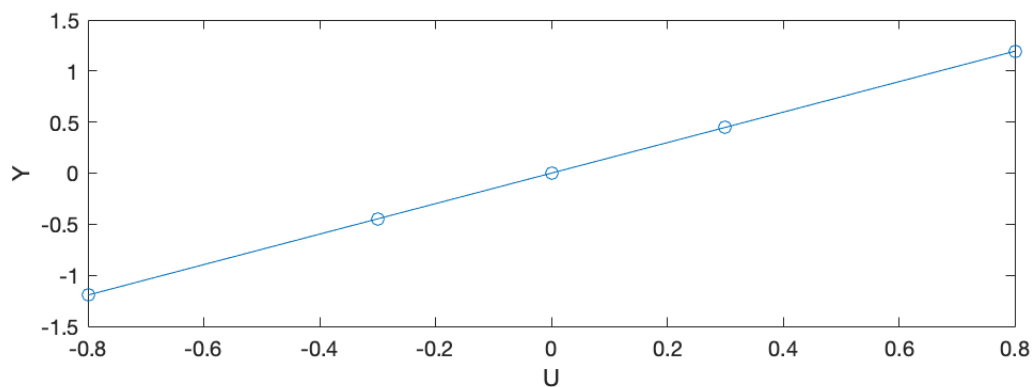
Poprzez pobudzenie obiektu różnymi wartościami sygnału sterującego i zakłócenia wyznaczone zostały odpowiedzi skokowe torów wejście-wyjście i zakłócenie-wyjście.

Na torze wejście-wyjście wyznaczono odpowiedzi skokowe dla 4 różnych pobudzeń (od wartości U_{pp} do 0.8, 0.3, -0.3 i -0.8) sygnału sterującego U występujących w chwili $k = 12$. Wartość zakłócenia pozostaje niezmienna przez cały czas trwania pomiaru i równa jest punktowi pracy $Z_{pp} = 0$.



Rys. 1.2. Odpowiedzi skokowe toru wejście-wyście

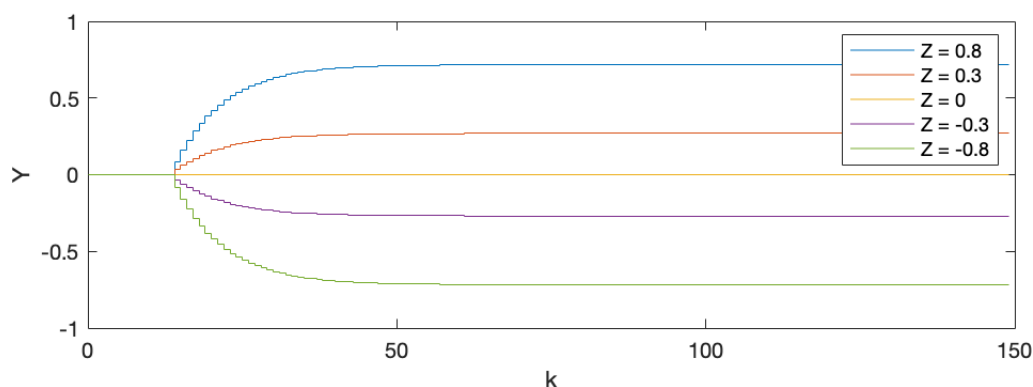
Na Rys. 1.3 naniesione zostały punkty (U, Y) dla każdego symulowanego pobudzenia. Dopasowana prosta potwierdza właściwości liniowe charakterystyki statycznej.



Rys. 1.3. Charakterystyka statyczna dla toru wejście-wyście

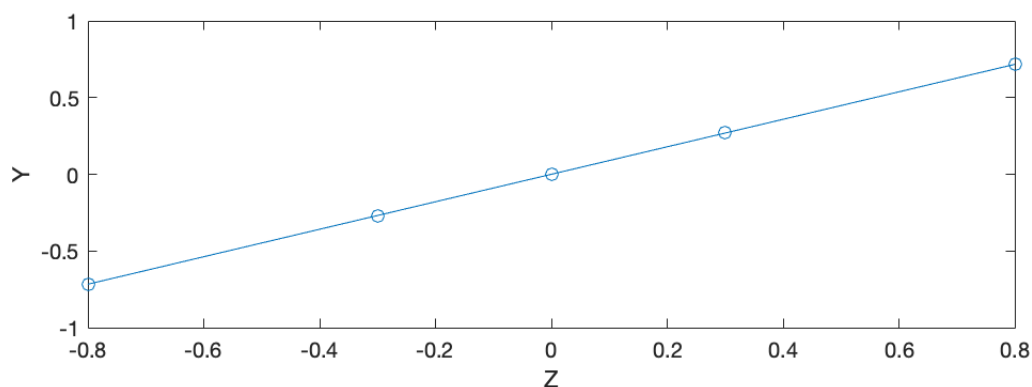
Obliczone zostało wzmocnienie statyczne dla toru wejście-wyście $K_{stat} = 1.4925$

Analogicznie, na torze zakłócenie-wyście wyznaczone zostały odpowiedzi skokowe dla 4 różnych skoków zakłócenia Z (od wartości Z_{pp} do 0.8, 0.3, -0.3 i -0.8) mających miejsce w chwili $k = 12$. Nie następuje zmiana sygnału sterującego, zatem przez cały czas trwania pomiaru przyjmuje ona wartość $U_{pp} = 0$.



Rys. 1.4. Odpowiedzi skokowe toru zakłócenie-wyjście

Podobnie jak dla toru wejście-wyjście, charakterystyka przedstawiona na Rys. 1.5 wskazuje na liniowe właściwości procesu.



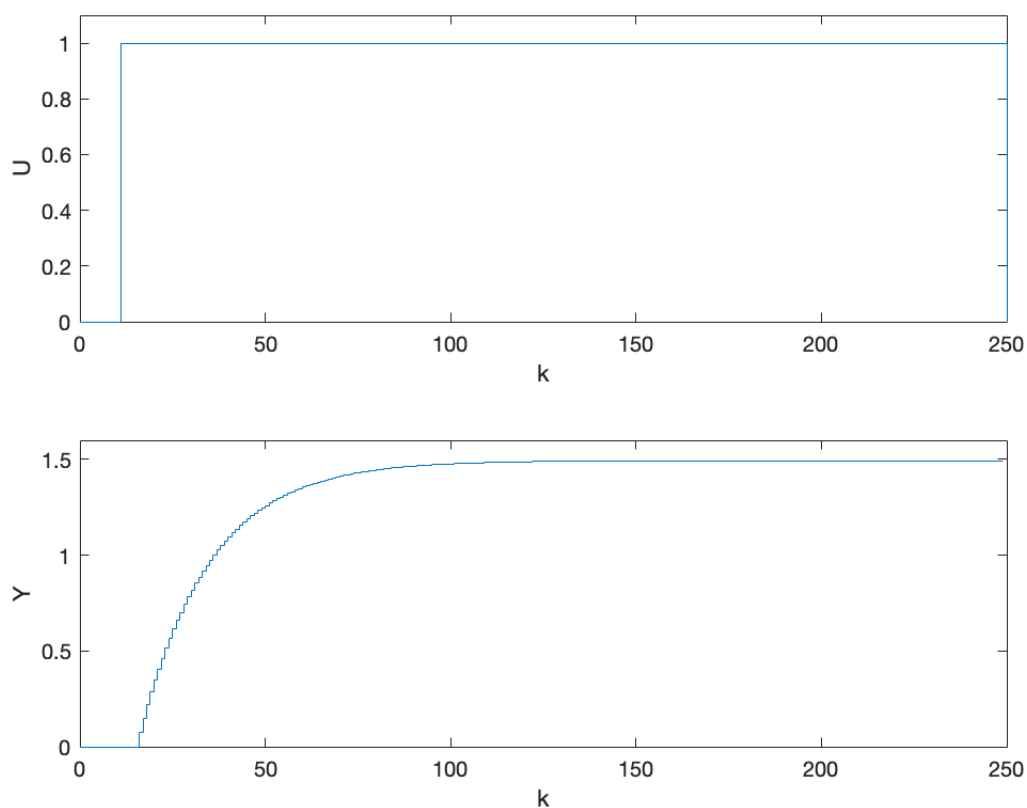
Rys. 1.5. Charakterystyka statyczna dla toru zakłócenie-wyjście

Wzmocnienie statyczne dla toru zakłócenie-wyjście wynosi $K_{stat} = 0.8959$

1.3. Odpowiedź skokowa w algorytmie DMC

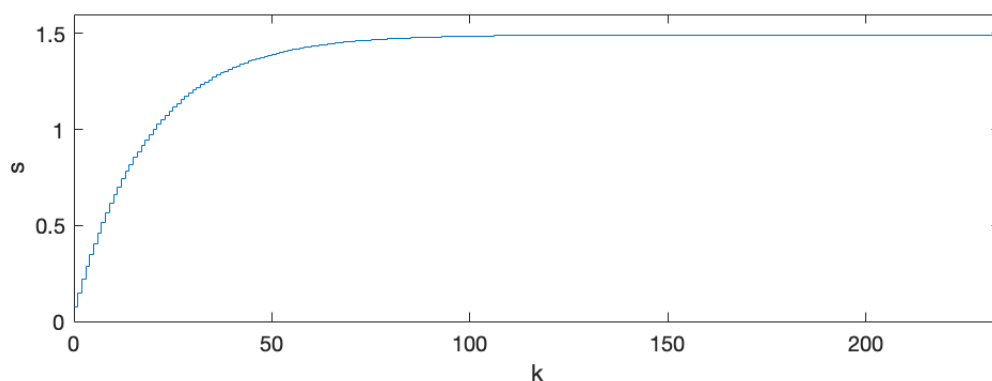
Implementacja zadania 3 znajduje się w pliku `pro2_zad3.mlx`. W zadaniu wyznaczone zostały zestawy liczby s_1, s_2, s_3, \dots - dla toru wejście-wyjście i $s_1^z, s_2^z, s_3^z, \dots$ dla toru zakłócenie-wyjście.

Pierwszy zestaw (s_1, s_2, s_3, \dots) wyznaczony został poprzez przekształcenie odpowiedzi skokowej przy skoku jednostkowym wartości sterowania $U = 1$ (Rys. 1.6). Przekształcona odpowiedź skokowa przedstawiona została na Rys. 1.7



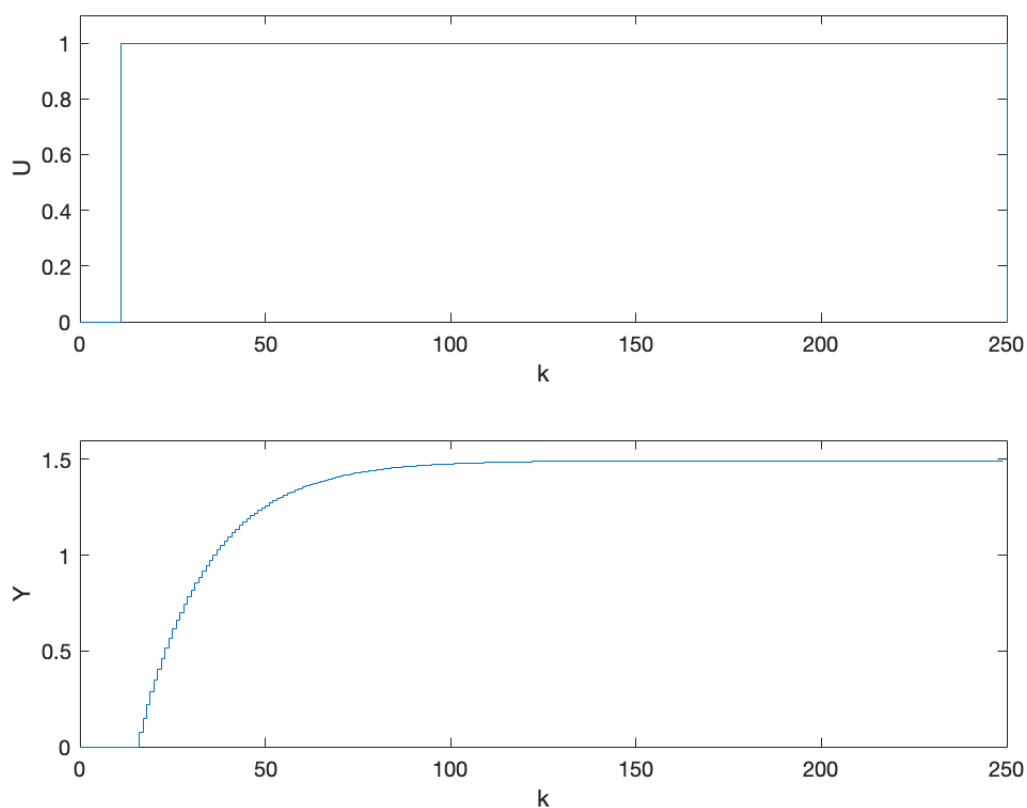
Rys. 1.6. Odpowiedź skokowa dla toru wejście-wyjście przed przekształceniem

Pierwszy skok widoczny jest w momencie $k = 16$, a ostatni dla $k = 107$ (dokładność 0.001), co daje parametr $D = 101$.



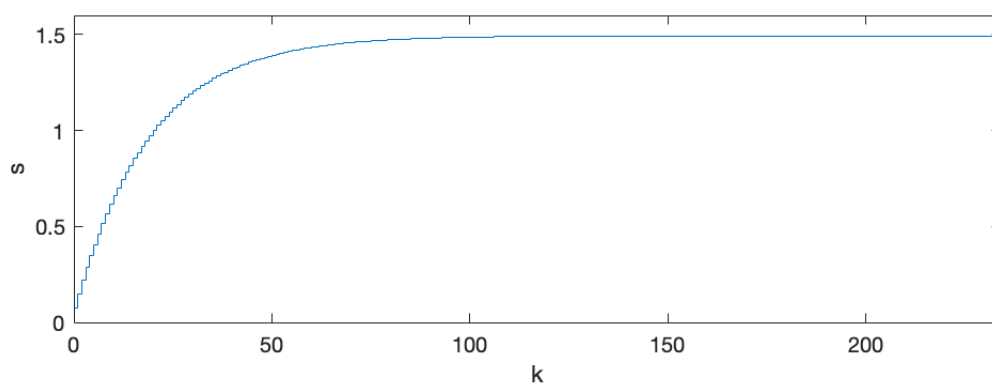
Rys. 1.7. Odpowiedź skokowa dla toru wejście-wyjście po przekształceniu

Drugi zestaw ($s_1^z, s_2^z, s_3^z \dots$) wyznaczony został analogicznie. Zasymlowano skok jednostkowy sygnału zakłócenia Z. Odpowiedź skokowa (Rys. 1.8) została przekształcona tak, by uzyskać żądany zestaw liczb (Rys. 1.9).



Rys. 1.8. Odpowiedź skokowa dla toru zakłócenie-wyjście przed przekształceniem

Pierwsza zmiana widoczna jest dla $k = 14$, natomiast ostatnia dla $k = 75$ (dokładność 0.001). Parametr D_z ma zatem wartość $D_z = 61$.



Rys. 1.9. Odpowiedź skokowa dla toru zakłócenie-wyjście po przekształceniu

1.4. Algorytm DMC

2. Ćwiczenie laboratoryjne

Podczas tego zadania laboratoryjnego wykorzystano:

- grzałkę G1 (sygnał sterujący U),
- wentylator W1 (wartość zadana Y_{zad}),
- czujnik temperatury T1 (sygnał wyjściowy Y)

2.1. Przygotowanie do wykonania ćwiczenia

Przed rozpoczęciem pomiarów sprawdzono możliwość sterowania i pomiaru w komunikacji ze stanowiskiem. Punkt pracy grzałki G1 dla zespołu obliczony został wg. wzoru 2.1:

$$G1 = 25 + Z\%5 \quad (2.1)$$

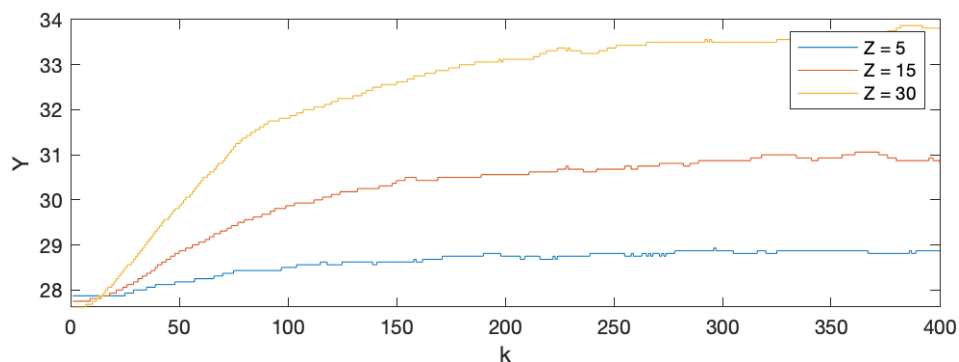
gdzie Z to numer zespołu, zatem dla naszego zespołu Z02 punkt pracy wynosi:

$$G1 = 25 + 2\%5 = 27 \quad (2.2)$$

Następnie określono wartość pomiaru temperatury T1 dla obliczonego punktu pracy. W tym celu moc wentylatora W1 ustawiono na 50% za pomocą funkcji `sendControls(1, W1)`. Wartości mocy grzałki i sygnału zakłócającego zadawane są poprzez funkcję `sendControlsToG1AndDisturbance(G1, Z)`. Wartość G1 została ustawiona na 27%, zakłócenia zostały wyłączone ($Z = 0$). Wartość pomiaru temperatury odczytano korzystając z funkcji `readMeasurements(1)`. Temperatura T1 ustabilizowała się na wartości **27.75°C**

2.2. Wyznaczenie odpowiedzi toru zakłócenie-wyjście

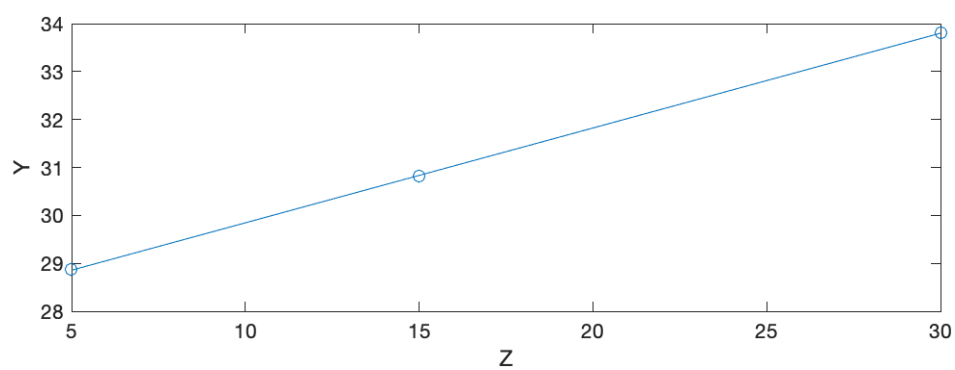
Zarejestrowano przebieg temperatury T1 dla trzech różnych zmian zakłócenia Z, rozpoczynając od 0 do 5, 15 i 30. Otrzymane przebiegi zmian przedstawiono na Rys. 2.1.



Rys. 2.1. Odpowiedzi skokowe procesu

Na podstawie charakterystyki $Y(U)$ można stwierdzić, że właściwości statyczne obiektu są w przybliżeniu liniowe.

$$K_{stat} = 0.1976$$



Rys. 2.2. Charakterystyka statyczna obiektu

2.3. Przekształcenie odpowiedzi skokowej