

**Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechnika Warszawska**

**Projektowanie układów sterowania
(projekt grupowy)**

Sprawozdanie z projektu nr 2, zadanie nr 6

Bartłomiej Boczek, Aleksander Piotrowski, Łukasz Śmigielski

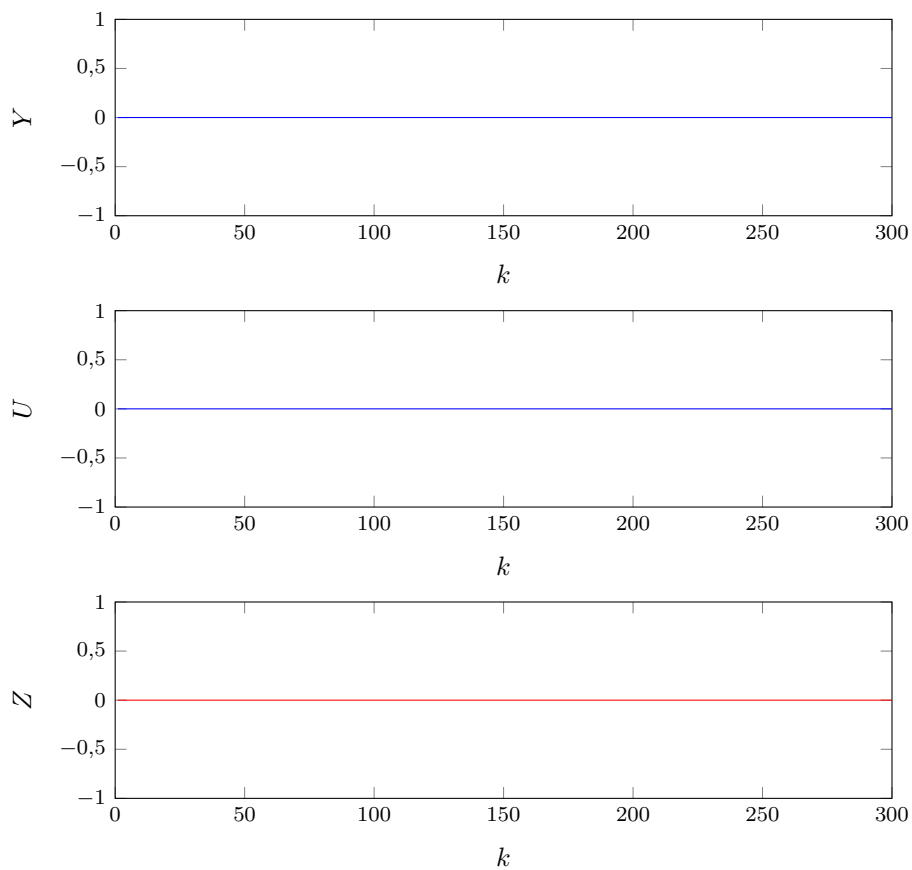
Warszawa, 23 marca 2017

Spis treści

| | |
|------------|----|
| 1. Punkt 1 | 2 |
| 2. Punkt 2 | 3 |
| 3. Punkt 3 | 5 |
| 4. Punkt 4 | 6 |
| 5. Punkt 5 | 7 |
| 6. Punkt 6 | 9 |
| 7. Punkt 7 | 11 |

1. Punkt 1

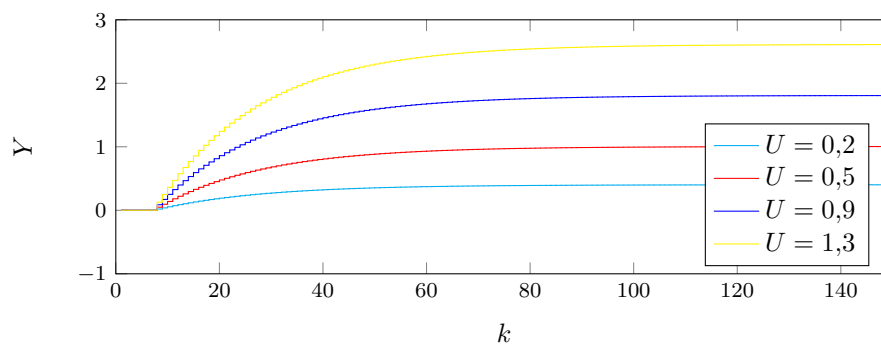
Z poniższych wykresów możemy odczytać, że dla punktu pracy $U = Z = 0$ wartość wyjścia Y jest stała i ma wartość $Y = 0$, co dowodzi poprawności wybrania punktu pracy.



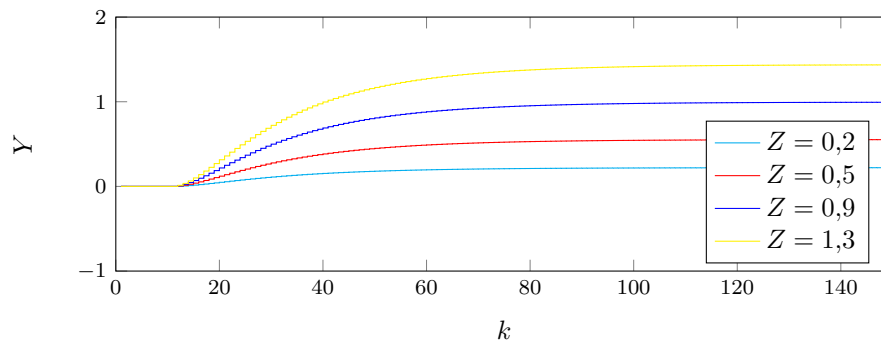
Rys. 1.1. Sygnały w punkcie pracy

2. Punkt 2

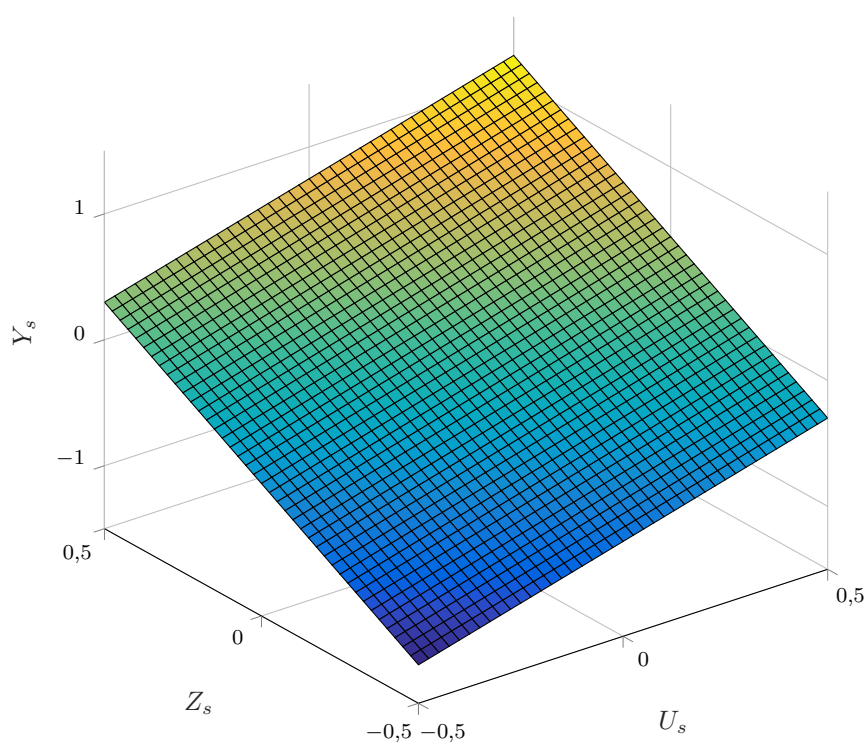
Na wykresie zależności wyjścia Y_s od U_s i Z_s możemy zaobserwować, że w przybliżeniu proces ma właściwości statyczne. Z odpowiedzi skokowych natomiast odczytujemy właściwości dynamiczne: obiekt ma opóźnienie oraz jest stabilny. Na podstawie powyższych informacji możemy obliczyć wzmocnienie statyczne dla skoku sterowania: $K_{\text{stat}U} = 2,0068$ oraz dla skoku zakłóceń: $K_{\text{stat}Z} = 1,1057$



Rys. 2.1. Odpowiedź dla zmian sygnału sterującego

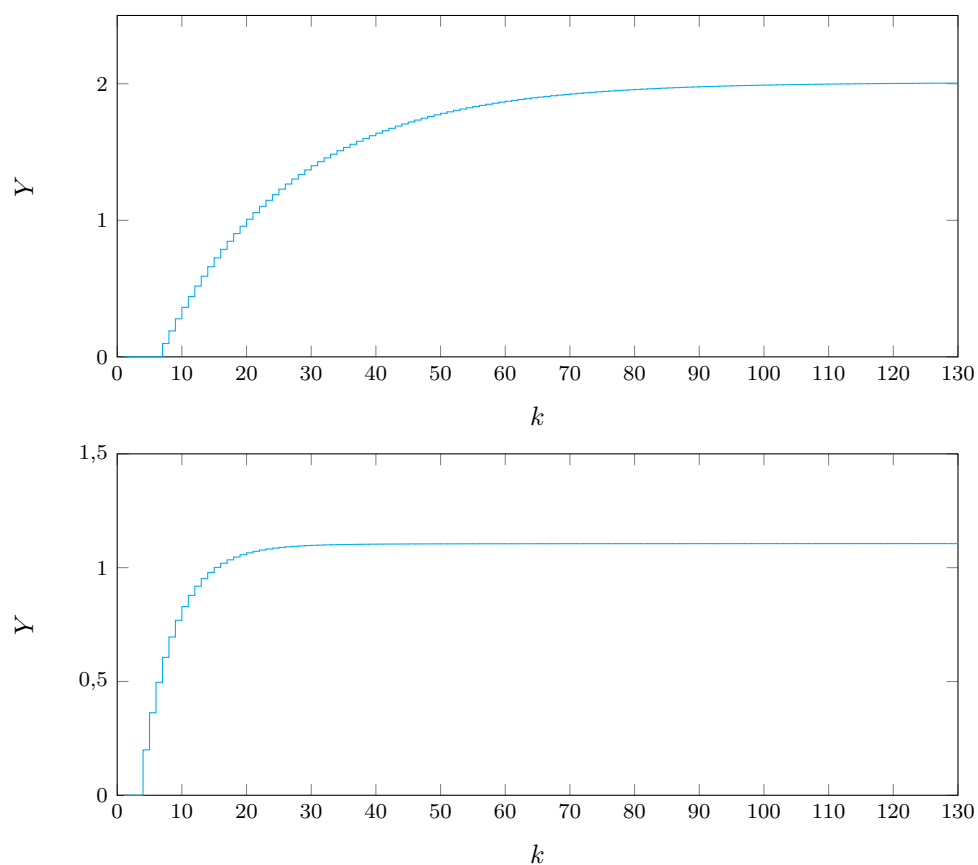


Rys. 2.2. Odpowiedź dla zmian sygnału zakłócenia

Rys. 2.3. Charakterystyka statyczna procesu $y(u, z)$

3. Punkt 3

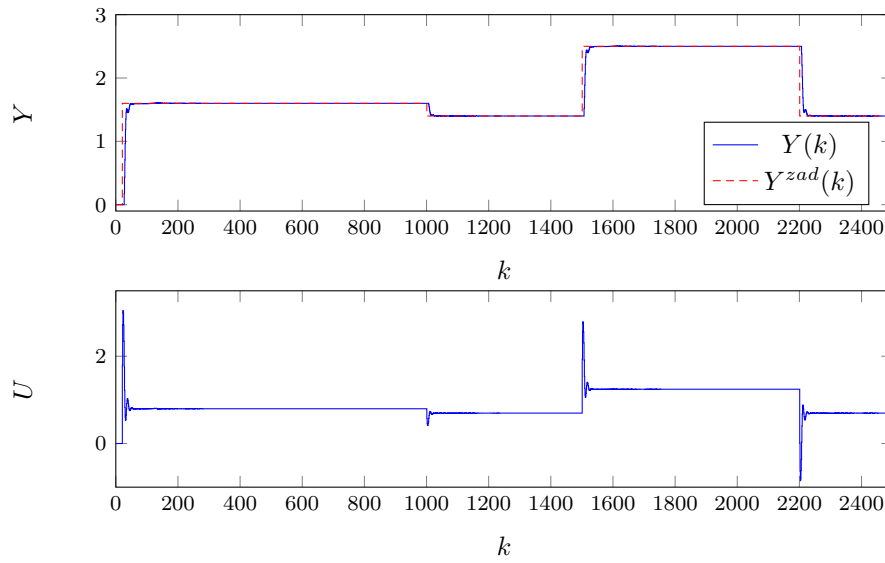
Odpowiedzi skokowe wyznaczamy analogicznie do poprzedniego projektu, jedyną zmianą jest to, że w przypadku obliczania odpowiedzi skokowej dla skoku sygnału sterującego, zerujemy wartość zakłóceń, a w przypadku obliczania odpowiedzi skokowej od zakłóceń zerujemy sygnał sterujący.



Rys. 3.1. Odpowiedź skokowa toru wejście-wyjście (góra) oraz zakłócenie-wyjście (dół)

4. Punkt 4

Parametry regulatora DMC: $D = 110$; $N = 130$; $N_u = 130$; $\lambda = 0,92$ dobrane metodą eksperymentalną oceniając jakość regulacji jakościowo, aby nie było oscylacji przy skokach sterowania oraz minimalizując błąd średniokwadratowy. Dla długości symulacji równej $n = 2500$ wartość błędu $E = 39,8848$.



Rys. 4.1. Przebiegi sygnałów wejściowych i wyjściowych procesu

5. Punkt 5

Skoki zakłócenia z wartości 0 do 1 następują w chwilach:

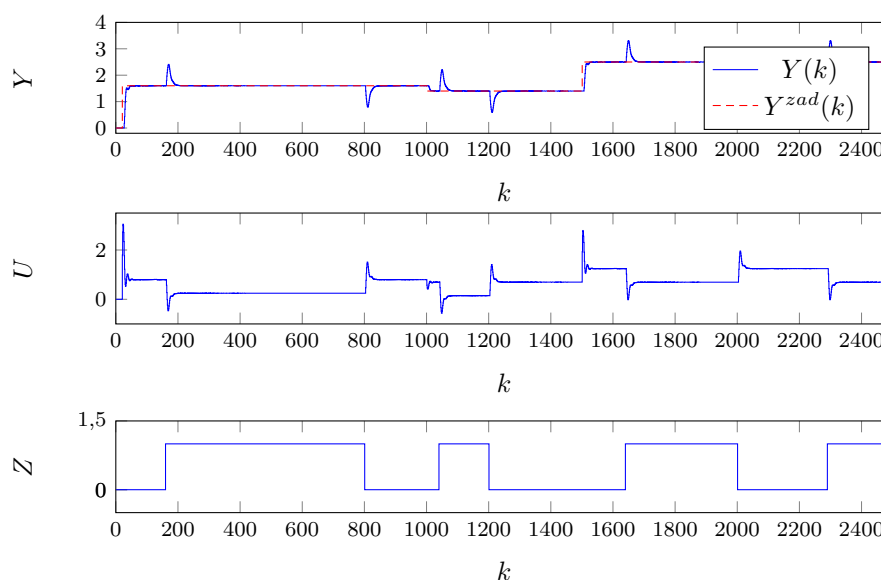
$k=160$ powrót z wartości 1 do 0 w $k=800$

$k=1040$ powrót z wartości 1 do 0 w $k=1200$

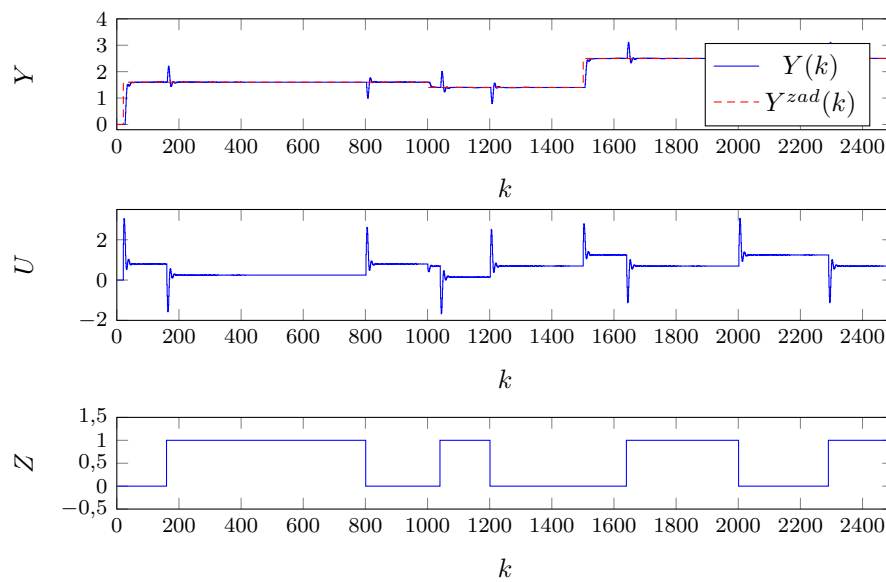
$k=1640$ powrót z wartości 1 do 0 w $k=2000$

$k=2290$

Wartość parametru $D^z = 50$ została dobrana eksperymentalnie. Z rysunków wynika, że regulacja z pomiarem zakłócenia polepsza się jakościowo (skoki wyjścia są mniejsze) i ilościowo. Błąd E maleje z 71,1137 w przypadku bez pomiaru do 41,6930 w przypadku z pomiarem.



Rys. 5.1. Odpowiedź skokowa toru wejście-wyjście w wersji bez pomiaru

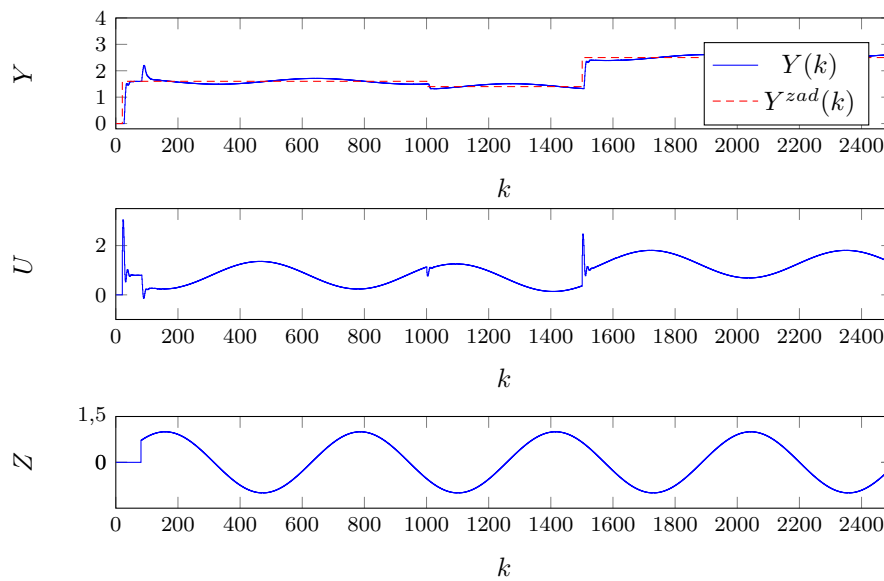


Rys. 5.2. Odpowiedź skokowa toru wejście-wyjście w wersji z pomiarem

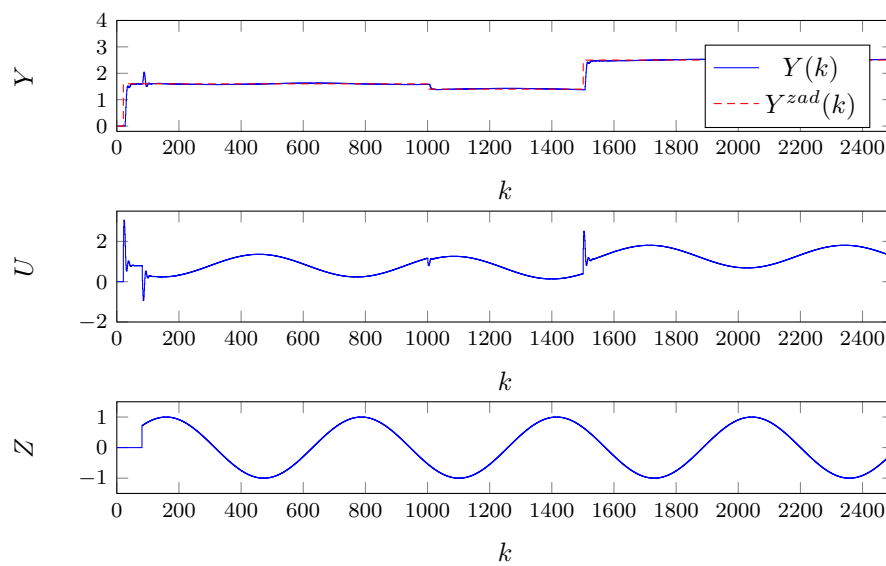
6. Punkt 6

Dla zakłócenia sinusoidalnego $Z = \sin(0 : 0.01 : 25)$; włączonego do obiektu w momencie $k = 80$; regulacja z pomiarem zakłócenia jest znacznie lepsza, mimo że regulator DMC nie jest w stanie całkowicie wyeliminować oscylacji. Bez pomiaru błąd $E = 49,1146$; z pomiarem $E = 33,0742$.

Na poniższych wykresach widać, że regulacja z pomiarem zakłócenia powoduje wygładzenie oscylacji które wprowadza zakłócenie.



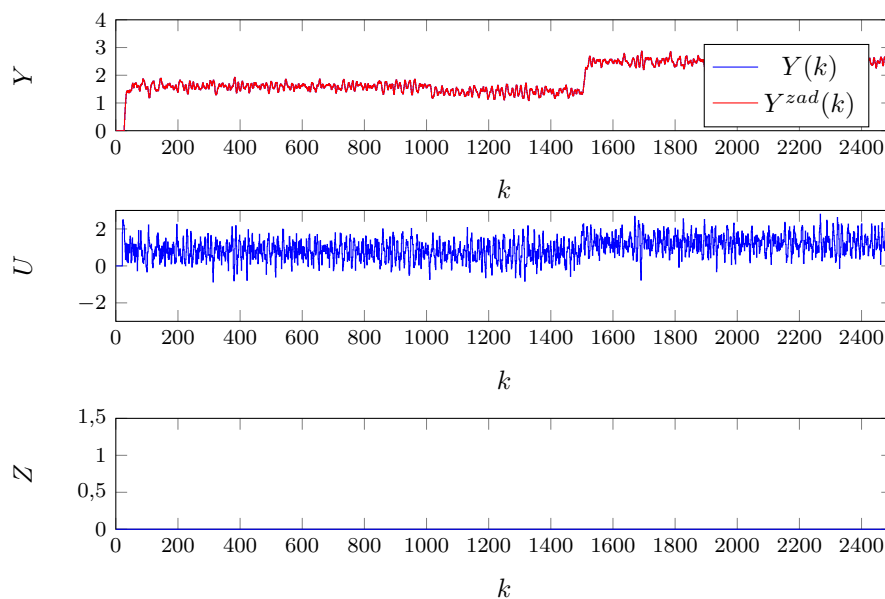
Rys. 6.1. Odpowiedź skokowa toru wejście-wyjście w wersji bez pomiaru



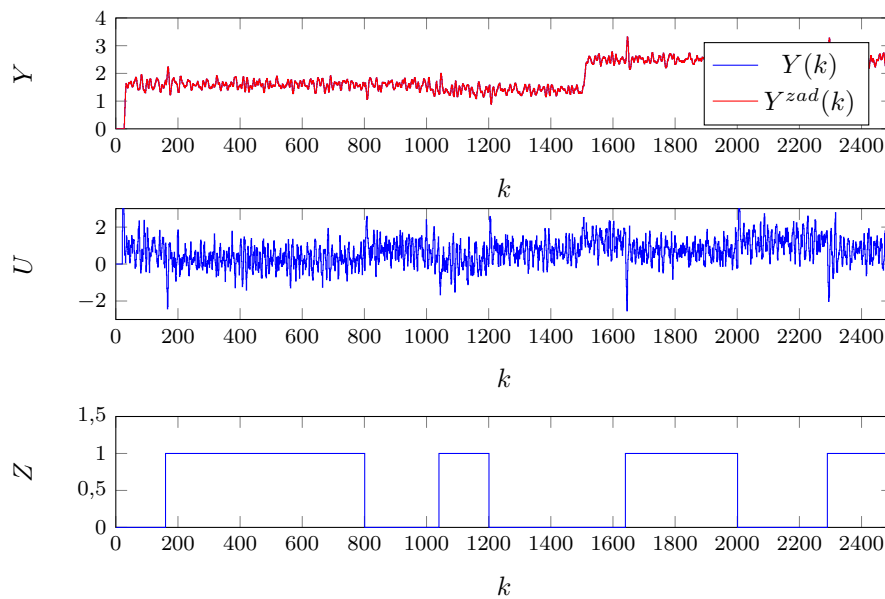
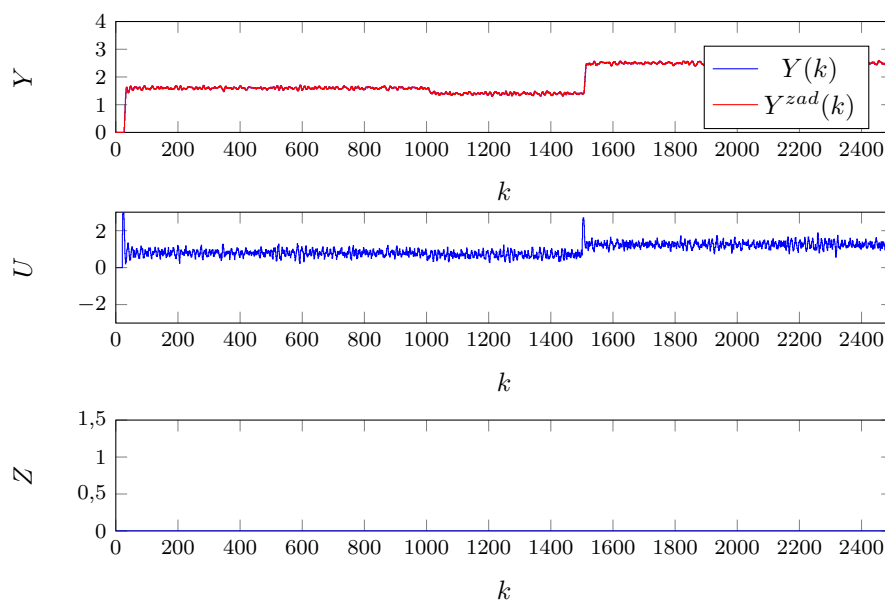
Rys. 6.2. Odpowiedź skokowa toru wejście-wyście w wersji z pomiarem

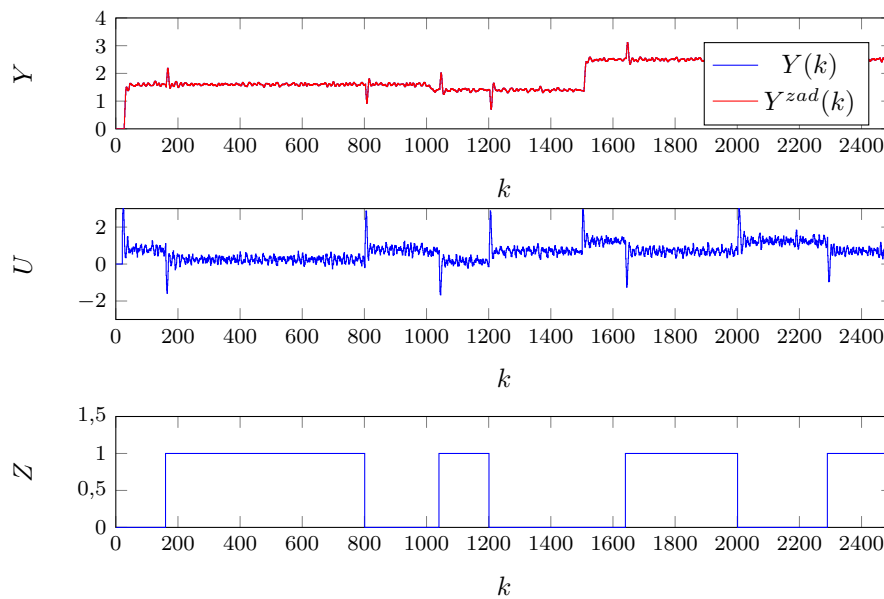
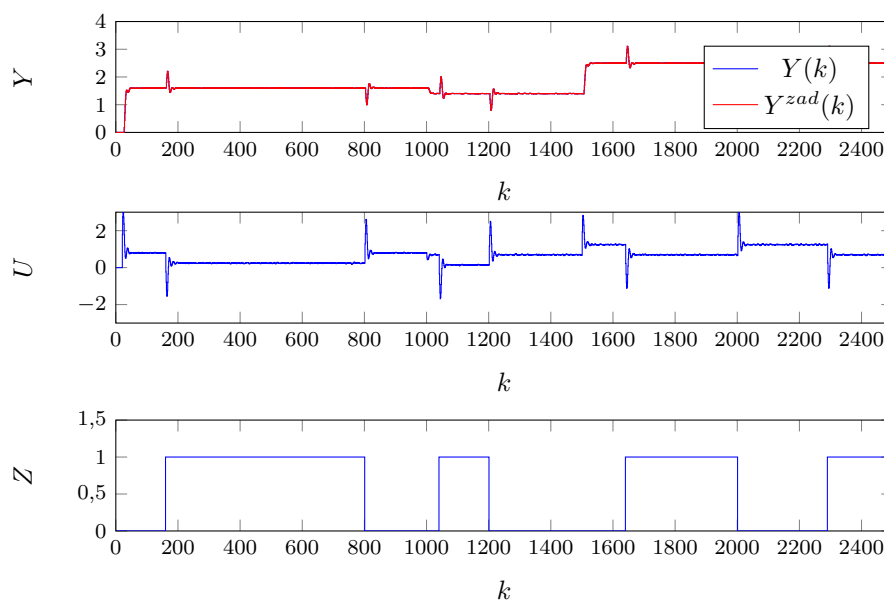
7. Punkt 7

Symulowanie szumu pomiarowego wykonujemy poprzezwołanie funkcji $awgn(\text{wektor} - \text{zakcenia}, SNR)$ która zaszumia nasz wektor z wartościami zakłócenia. Dla skoków zakłócenia takich samych jak w zadaniu 5, dodaliśmy zaszumienie w postaci szumu białego o stałym widmie częstotliwościowym. Dla $SNR = 40dB$, zakłócenia regulacji są znikome, błąd $E = 41,7274$, jest to wartość niewiele większa od braku zaszumienia. Dla wartości poniżej $15dB$ szum zaczyna dominować.



Rys. 7.1. Odpowiedź dla $SNR = 10$

Rys. 7.2. Odpowiedź dla $\text{SNR} = 10$ zeskokiem zakłóceniaRys. 7.3. Odpowiedź dla $\text{SNR} = 20$

Rys. 7.4. Odpowiedź dla $\text{SNR} = 20$ ze skokiem zakłóceniaRys. 7.5. Odpowiedź dla $\text{SNR} = 40$ ze skokiem zakłócenia