

STP - Projekt 2.24

Jakub Postępski

16 stycznia 2018

Kolejne pliki z katalogu *matlab* odpowiadają zadaniom w kolejnych podsekcjach sprawozdania.

1 Wyznaczanie modeli rekurencyjnych

Dla podanych danych wyznaczono modele rekurencyjne (tab. 1). Na początku przebiegu modele wykazują mniejszy błąd wyjścia. Wizualne obserwacje wyjść modeli potwierdzają obliczenia błędu.

Wybrano najlepszy model dla $\tau = 6$.

Dla najlepszego modelu: $b_6 = -0.1854$, $b_7 = -0.918$, $a_1 = -1.0403$, $a_2 = 0.1135$.

Mamy:

$$y(k) + a_1y(k-1) + a_2y(k-2) = b_6u(k-6) + b_7u(k-7)$$

Po zastosowaniu transformaty Z :

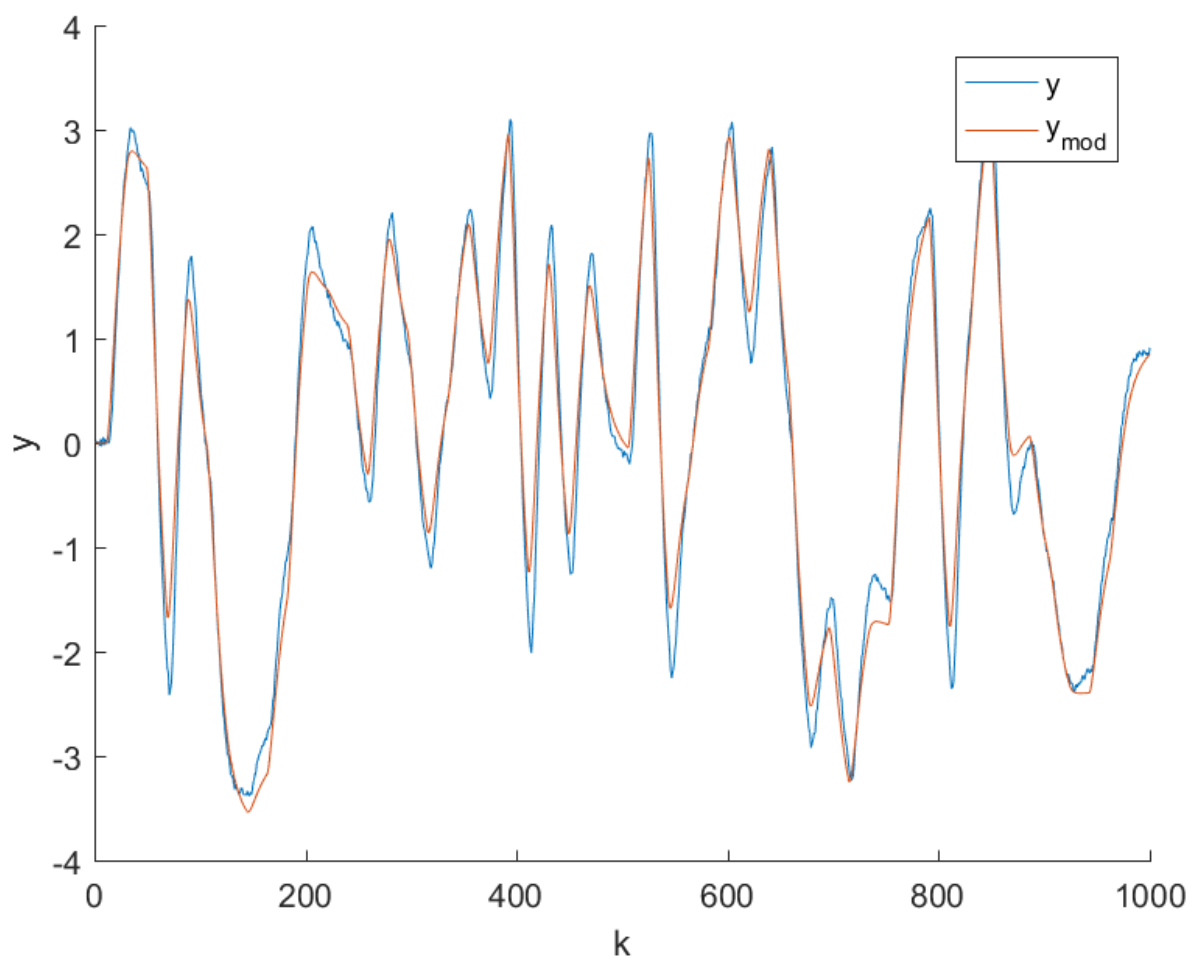
$$(1 + a_1z^{-1} + a_2z^{-2})Y(z) = (b_6z^{-6} + b_7z^{-7})U(z)$$

Więc transmitancja:

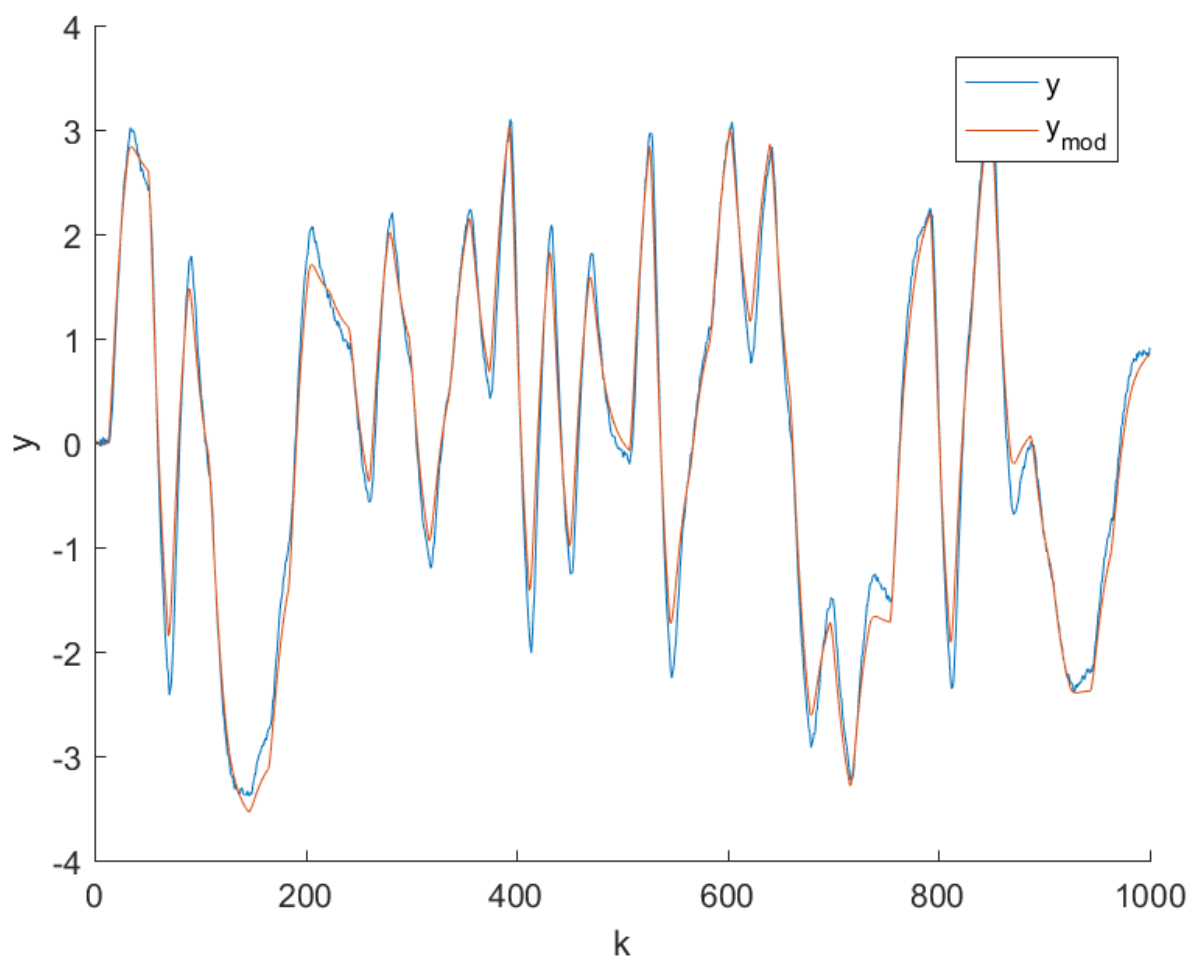
$$G(z) = \frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{b_6z^{-6} + b_7z^{-7}}{1 + a_1z^{-1} + a_2z^{-2}} = \frac{-0.1854z^{-6} - 0.918z^{-7}}{1 - 1.0403z^{-1} + 0.1135z^{-2}}$$

τ	b_τ	$b_{\tau+1}$	$-a_1$	$-a_2$	E	rys.
1	-0.0082	-0.0679	1.6619	-0.6799	79.2282	1
2	0.0027	-0.1003	1.5901	-0.6135	54.2224	2
3	-0.0014	-0.1337	1.4685	-0.5010	39.9572	3
4	-0.0568	-0.1271	1.3107	-0.3552	32.3080	4
5	-0.1188	-0.1281	1.1146	-0.1763	20.9694	5
6	-0.1854	-0.0918	1.0403	-0.1135	16.3988	6
7	-0.1575	-0.0517	1.2836	-0.3445	46.8691	7
8	-0.1146	0.0001	1.5764	-0.6144	176.8823	8

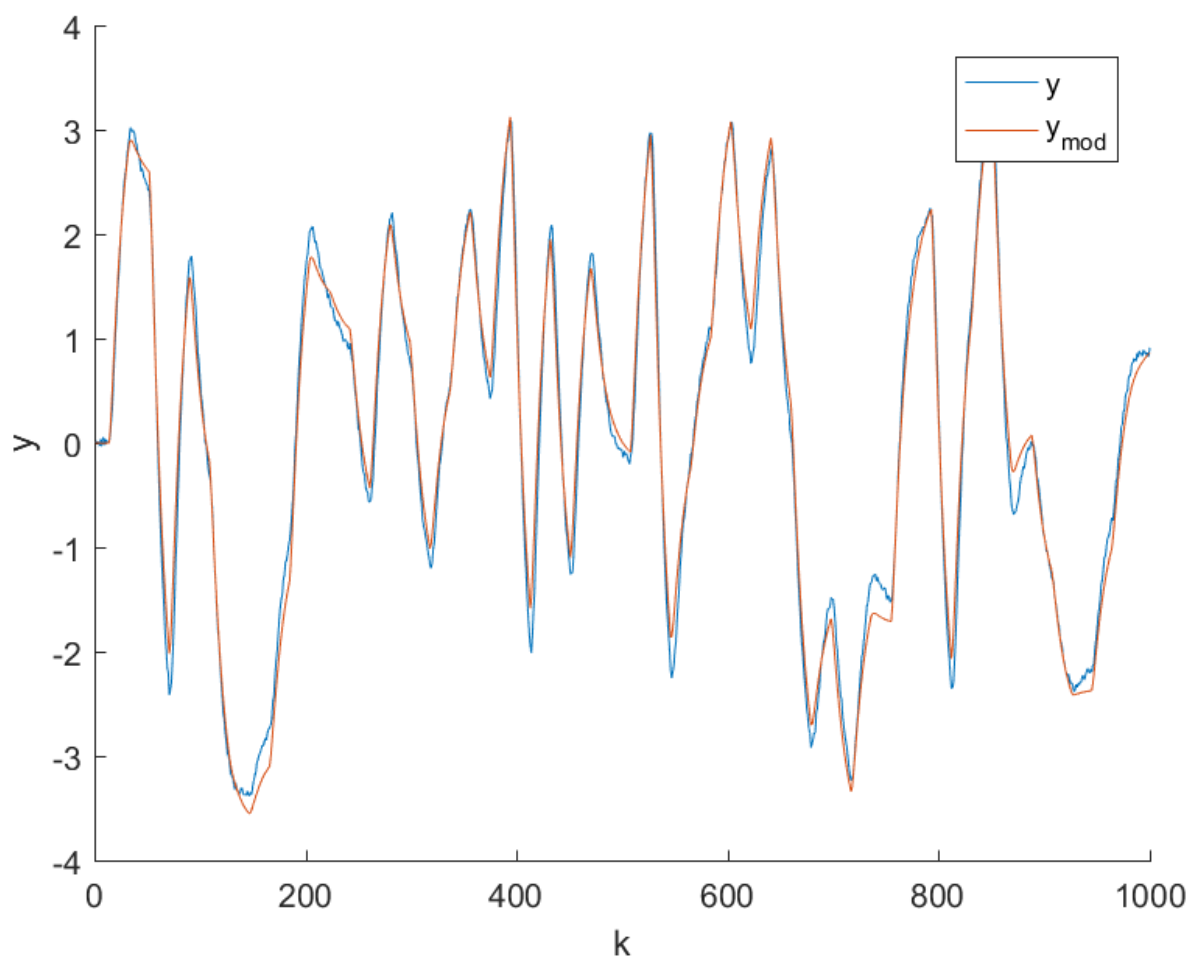
Tablica 1: Porównanie modeli rekurencyjnych



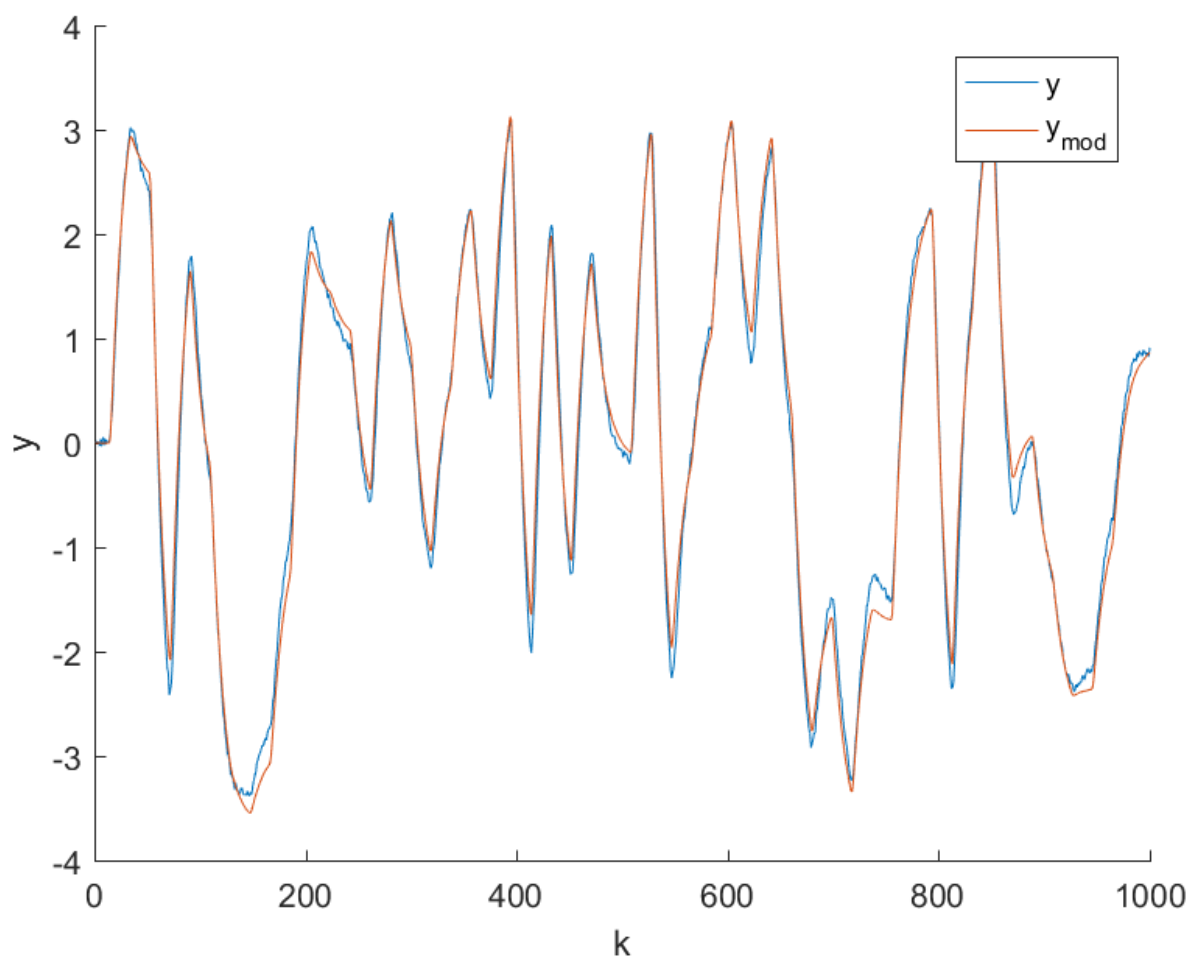
Rysunek 1: Wyjścia modelu dla $\tau = 1$



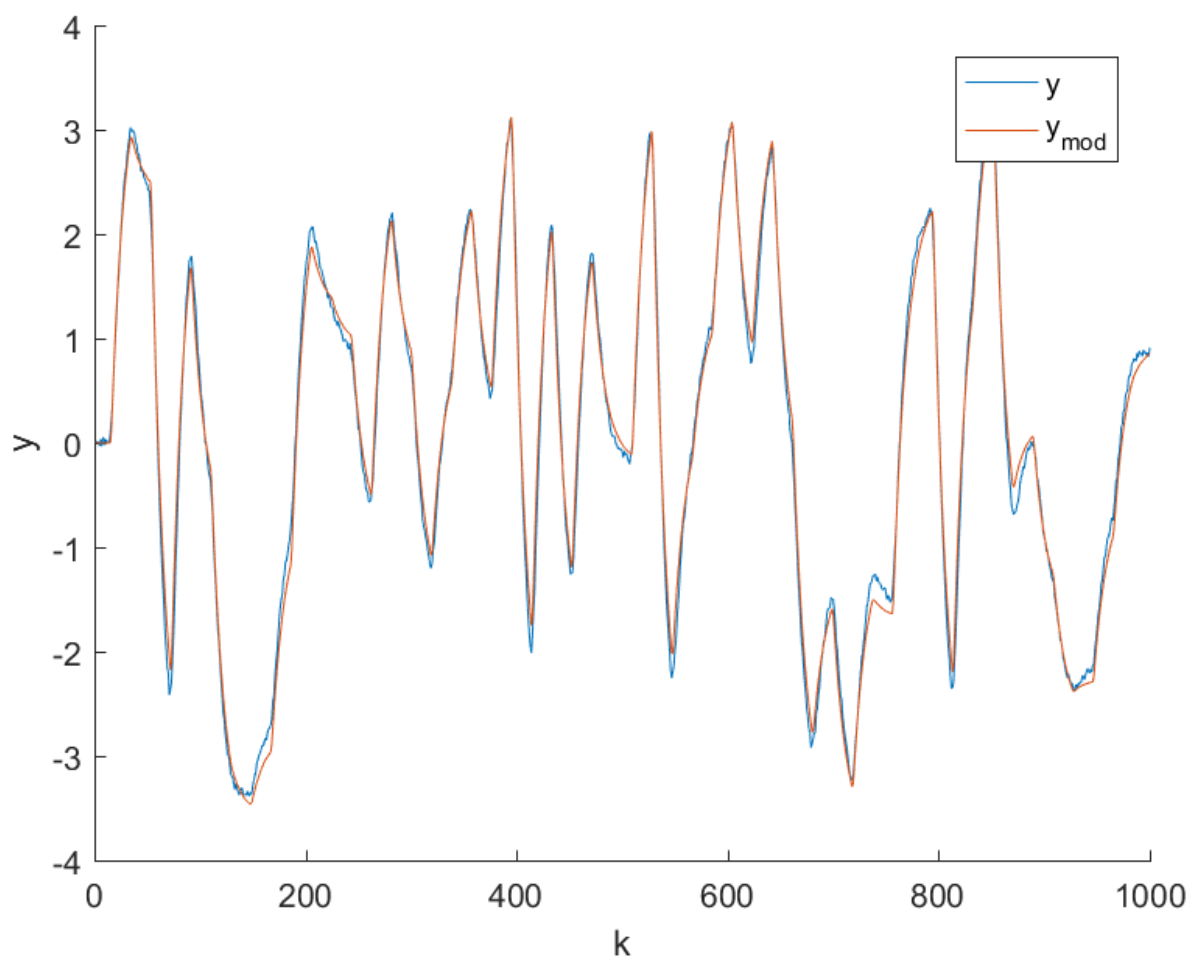
Rysunek 2: Wyjścia modelu dla $\tau = 2$



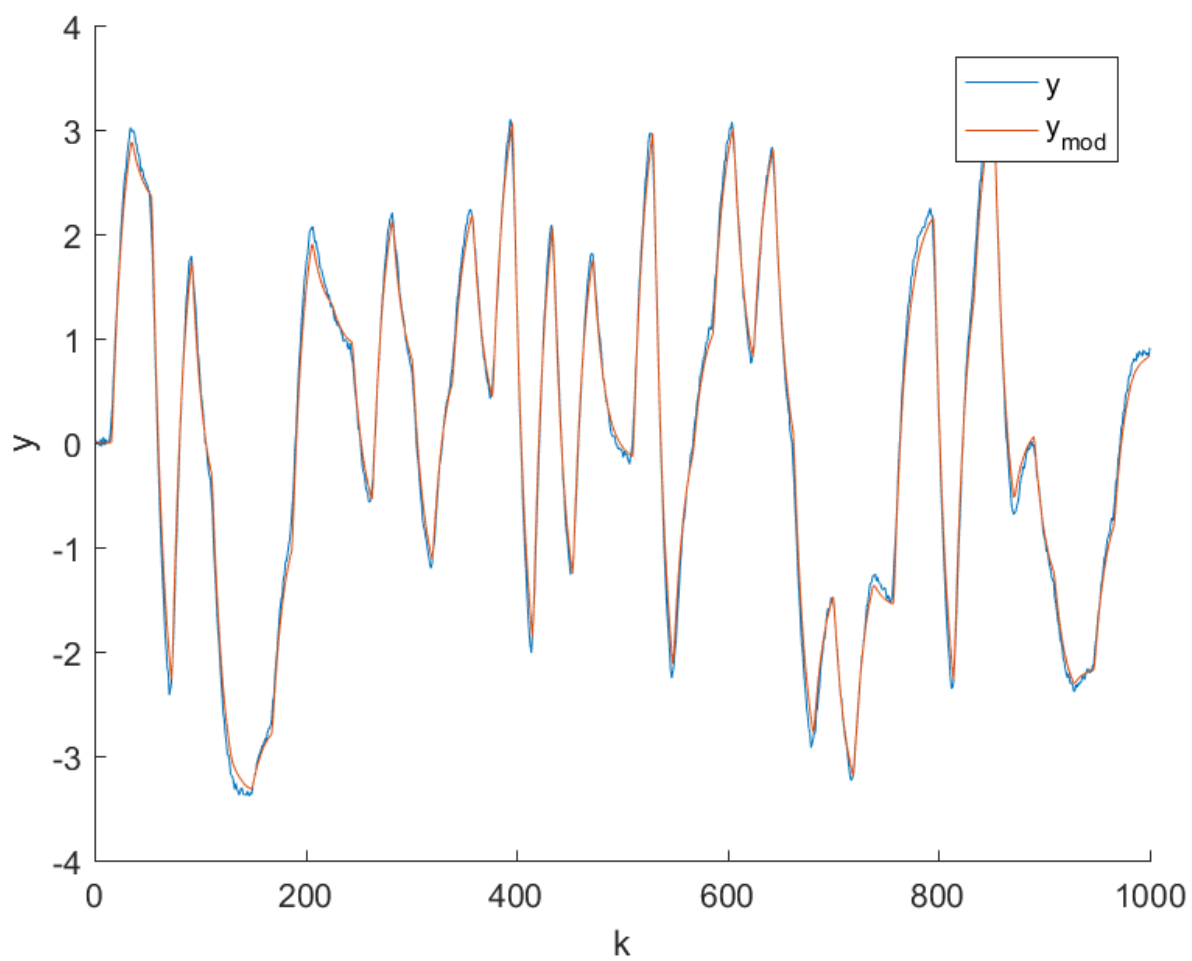
Rysunek 3: Wyjścia modelu dla $\tau = 3$



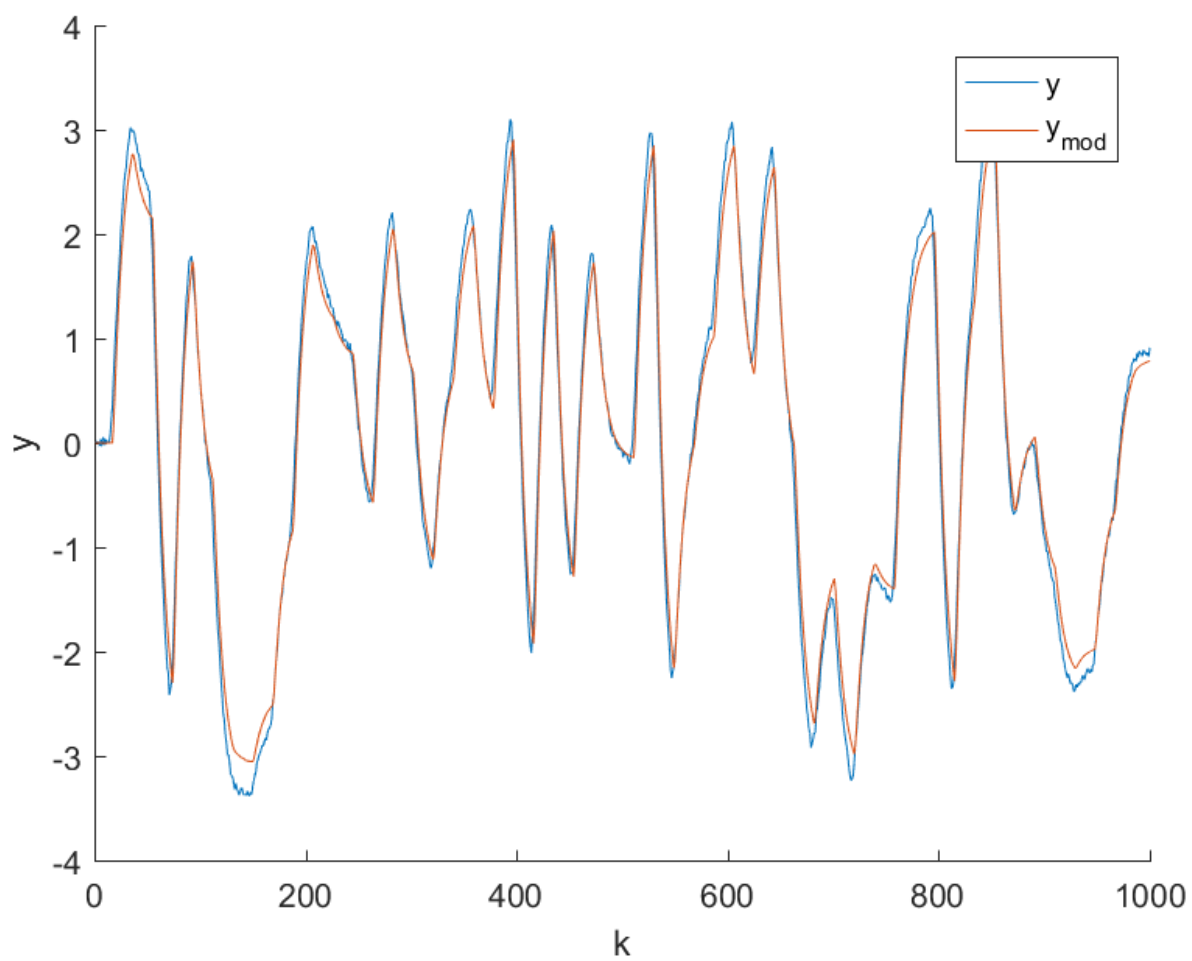
Rysunek 4: Wyjścia modelu dla $\tau = 4$



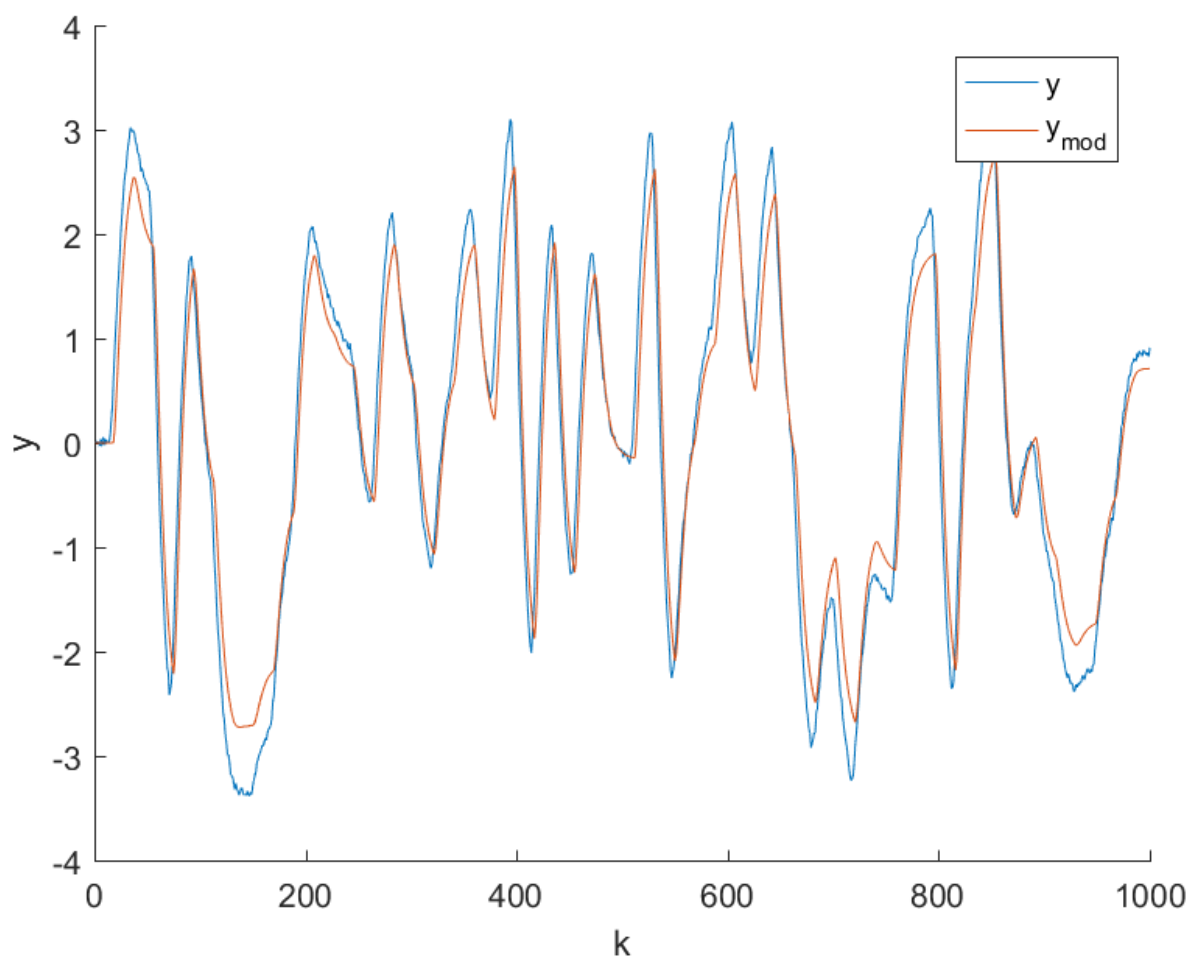
Rysunek 5: Wyjścia modelu dla $\tau = 5$



Rysunek 6: Wyjścia modelu dla $\tau = 6$



Rysunek 7: Wyjścia modelu dla $\tau = 7$



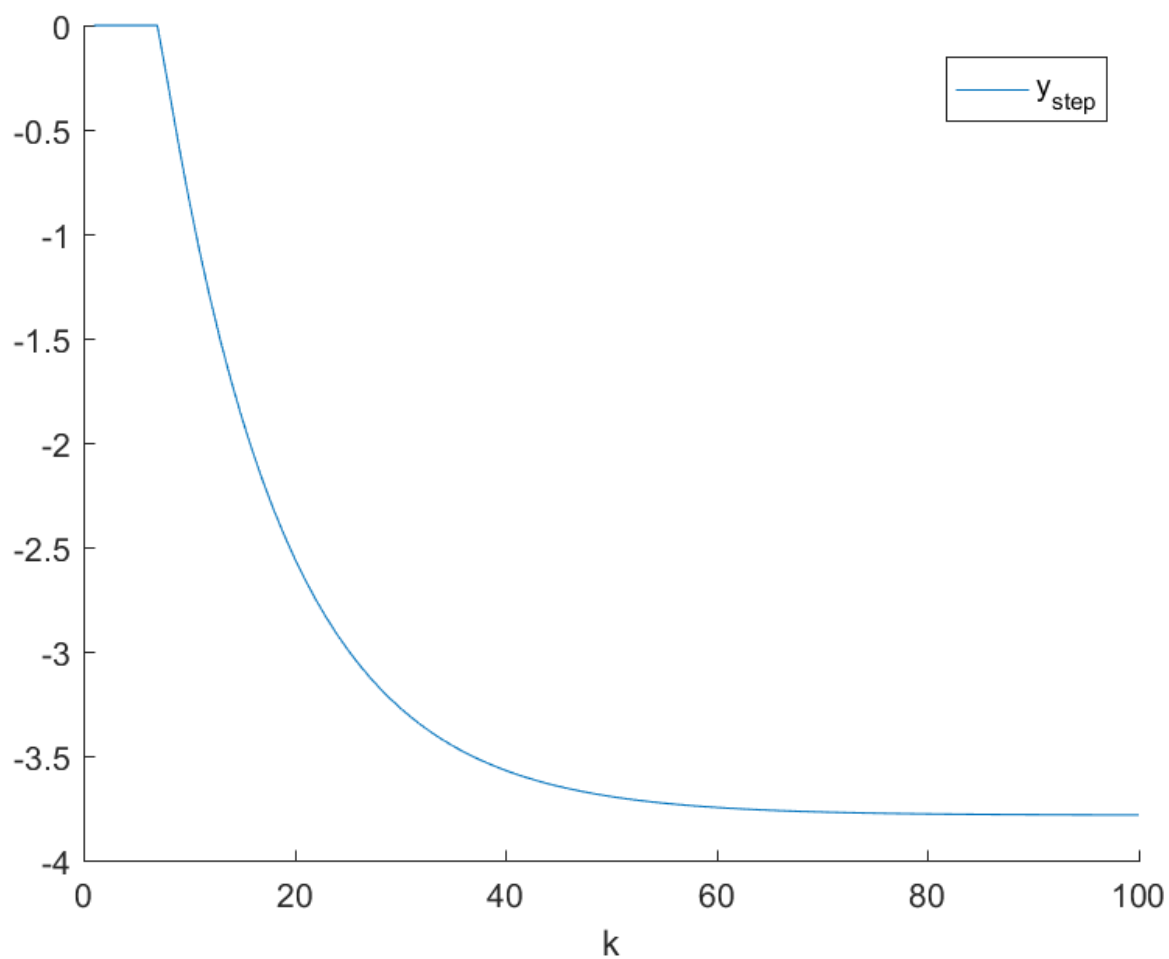
Rysunek 8: Wyjścia modelu dla $\tau = 8$

2 Odpowiedź skokowa

Obliczono ze wzoru odpowiedź skokową (rys. 9).

Wzmocnienie statyczne:

$$K_{stat} = \lim_{z \rightarrow 1} G(z) = -3.7848$$



Rysunek 9: Odpowiedz skokowa modelu

3 Regulator PID

Dla regulatora postaci:

$$G_r(z) = \frac{u(k)}{e(k)} = \frac{r_2 z^{-2} + r_1 z^{-1} + r_0}{1 - z^{-1}}$$

Mamy:

$$\begin{aligned} r_2 &= K \frac{T_d}{T} \\ r_1 &= K \left(\frac{T}{2T_i} - 2 \frac{T_d}{T} - 1 \right) \\ r_0 &= K \left(1 + \frac{T}{2T_i} + \frac{T_d}{T} \right) \end{aligned}$$

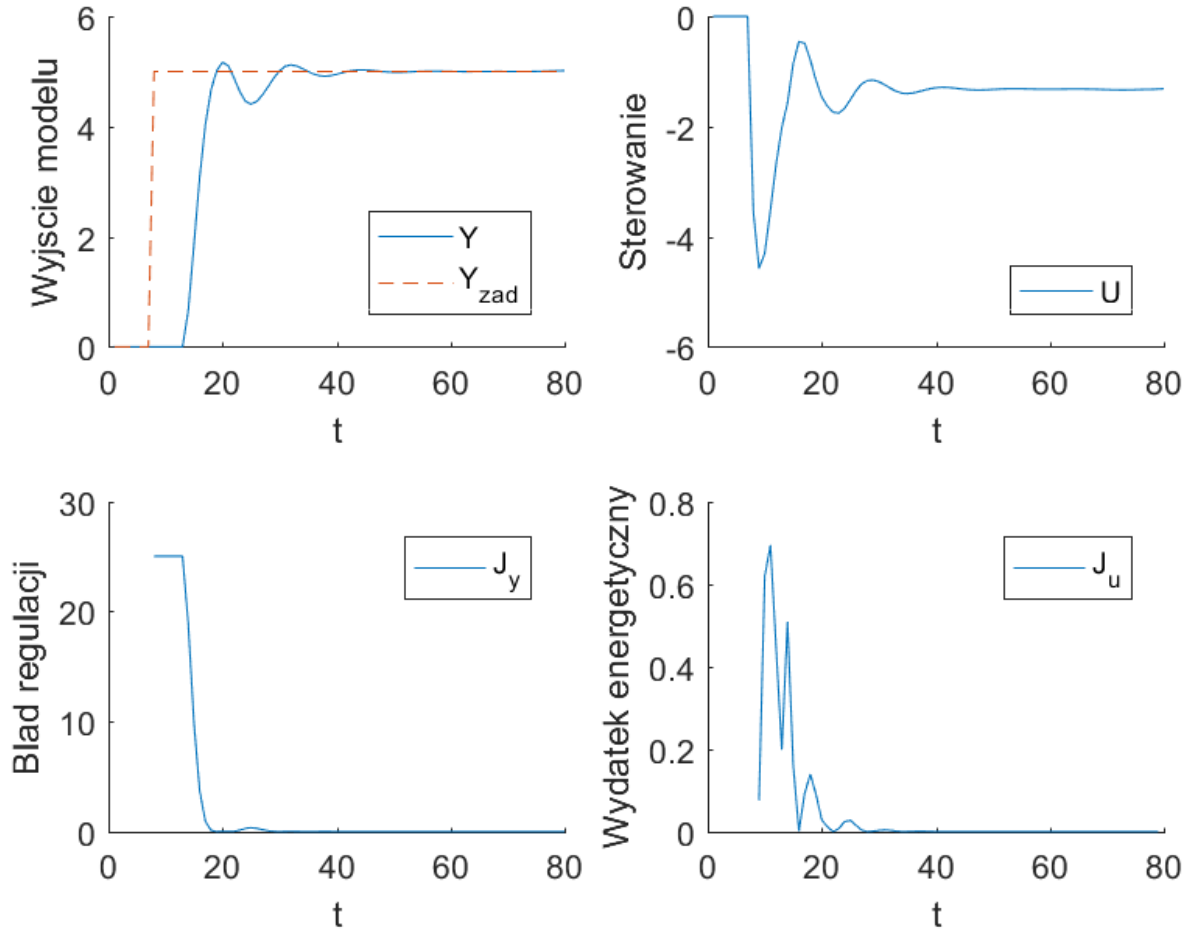
Zgodnie z eksperymentem Zieglera-Nicholsa:

$$\begin{aligned} K_k &= \\ T_k &= \\ K &= 0.6 K_k = \\ T_i &= 0.5 T_k = \\ T_d &= 0.12 T_k = \end{aligned}$$

4 Regulator DMC

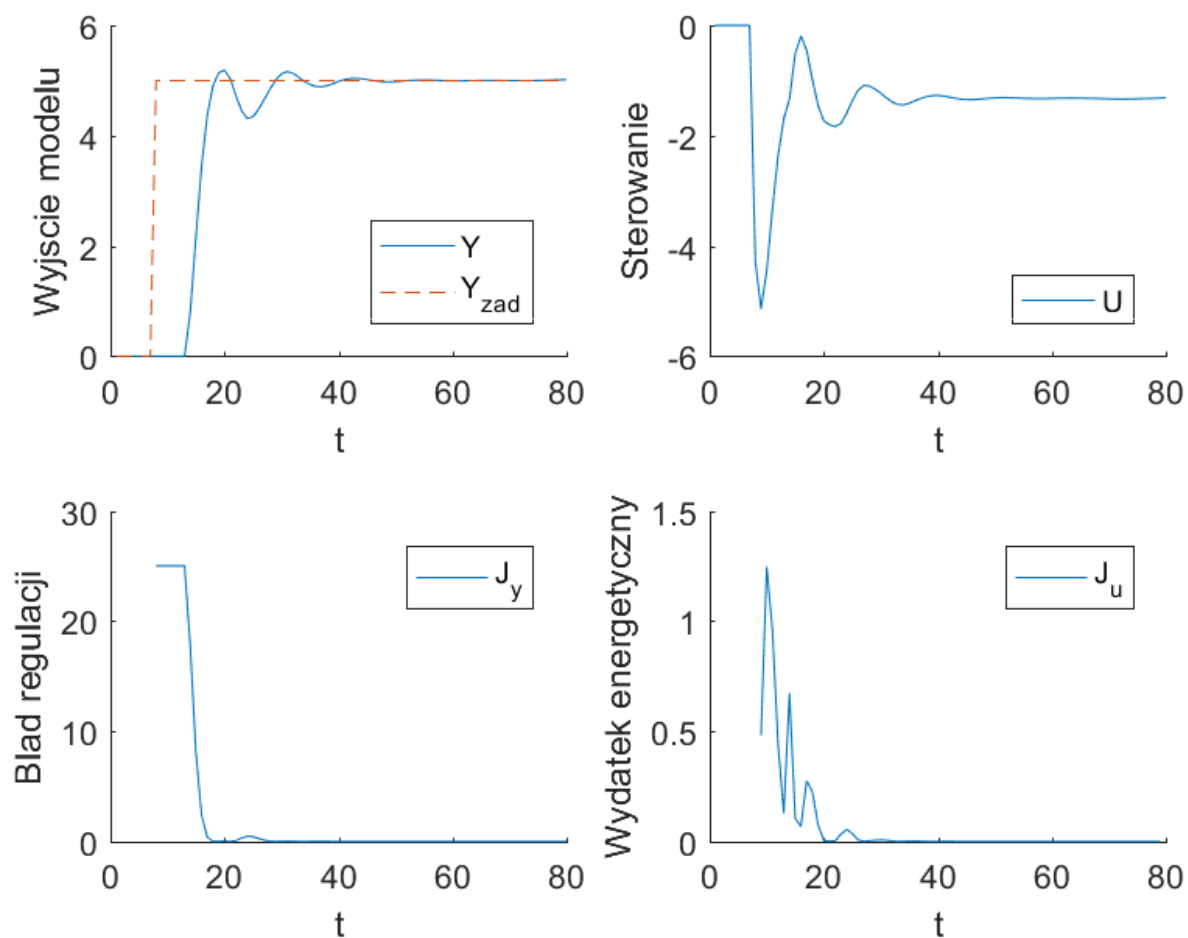
4.1 Strojenie nastawów

Przyjęto $Y_{zad} = 5$. Dla punktów a) do d) dobrano regulator ($D = 70$, $N = 20$, $N_u = 6$, $\lambda = 1$) o odpowiednio małych horyzontach nie pogarszających regulacji (rys. 10). Uzyskano $J_y = 4.23$ oraz $J_u = 184.99$.



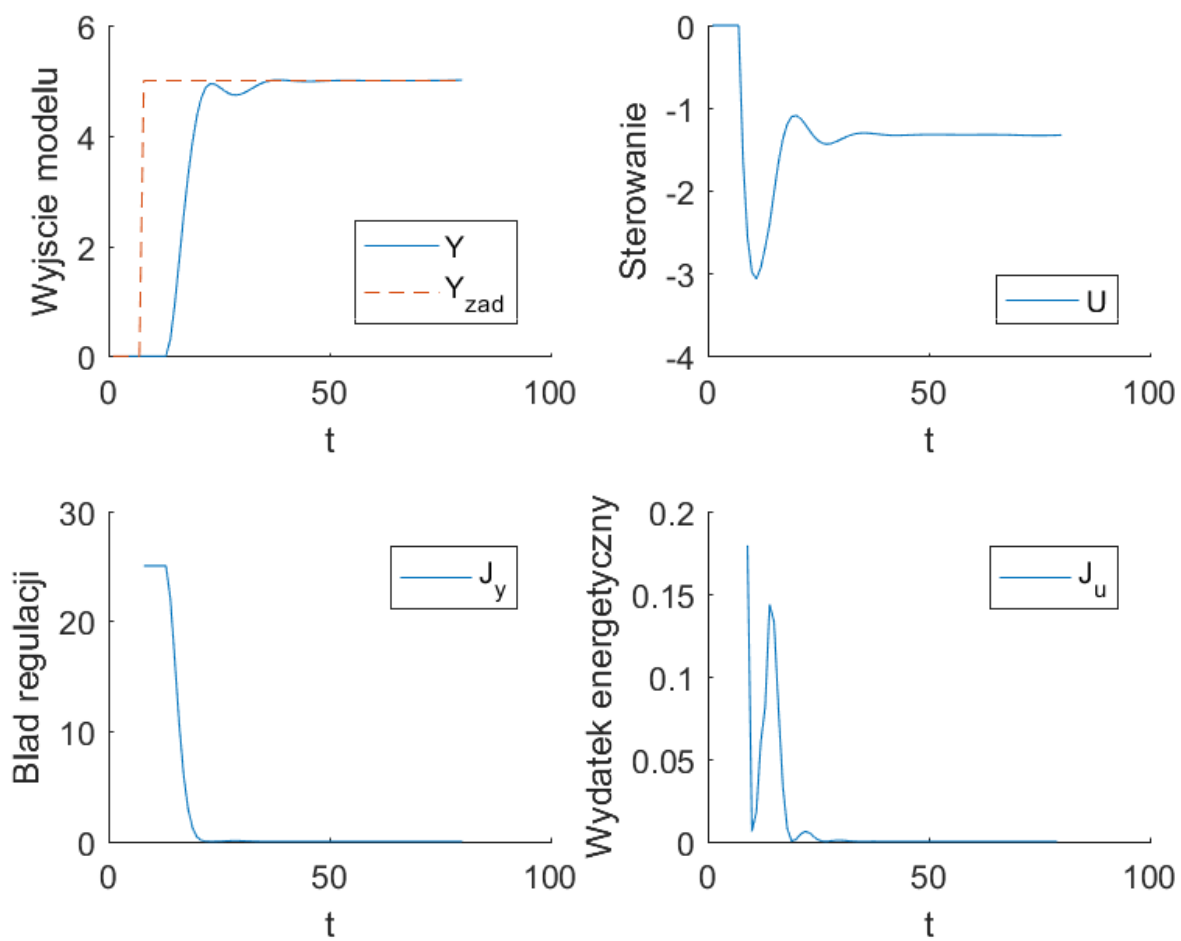
Rysunek 10: Symulacja regulacji dla $D = 70$, $N = 20$, $N_u = 6$, $\lambda = 1$

Przy zmniejszaniu wartości parametru λ uzyskiwano gorszej jakości wyjście modelu (większe oscylacje) oraz mniejsze zmiany sterowania (np. $J_y = 5.60$, $J_u = 180.31$ dla symulacji z rys. 11)



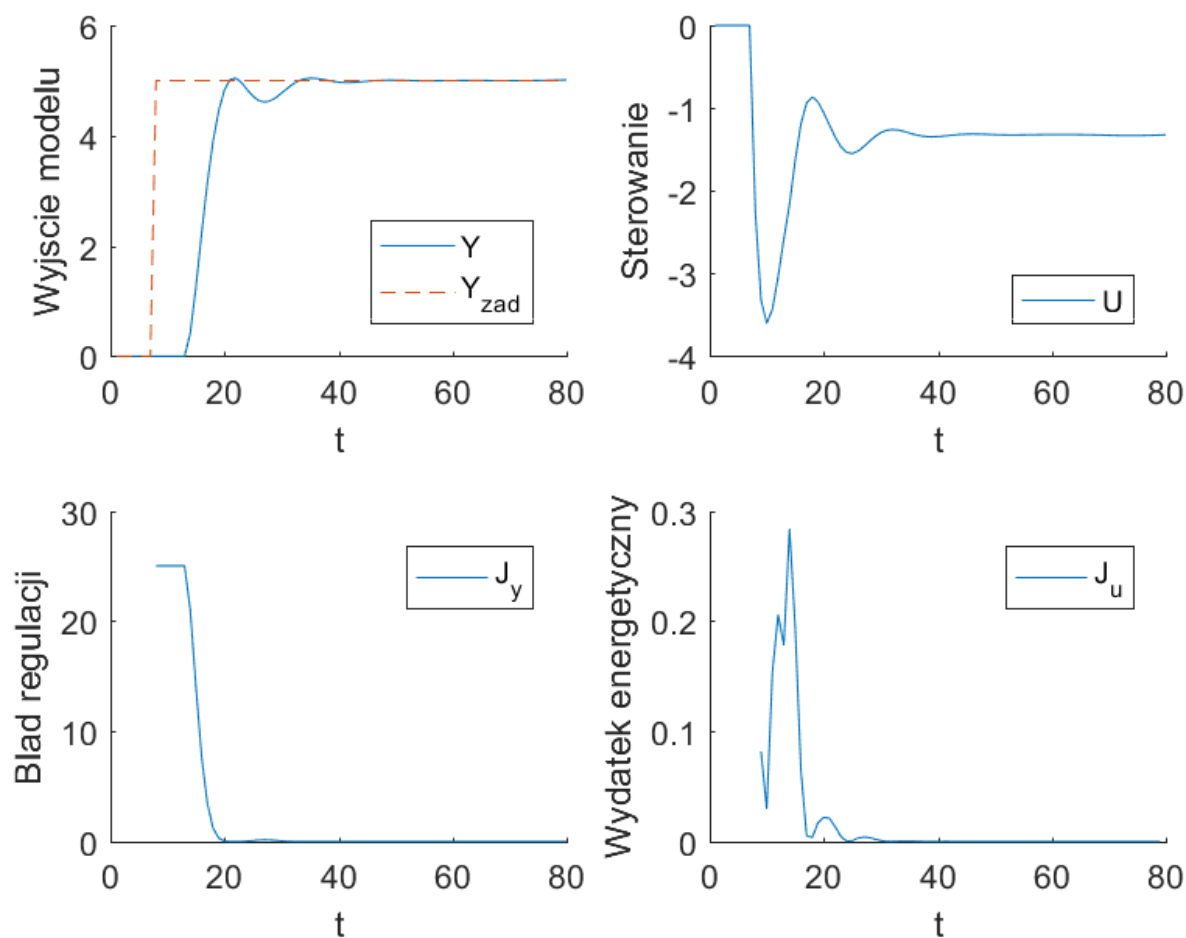
Rysunek 11: Symulacja regulacji dla $D = 70$, $N = 20$, $N_u = 6$, $\lambda = 0.6$

Przy zwiększaniu wartości parametru λ uzyskiwano lepszej jakości wyjście modelu (mniejsze oscylacje, brak przeregulowania) i wejście o większych zmianach (np. $J_y = 1.63$, $J_u = 210.50$ dla symulacji z rys. 12



Rysunek 12: Symulacja regulacji dla $D = 70$, $N = 20$, $N_u = 6$, $\lambda = 6$

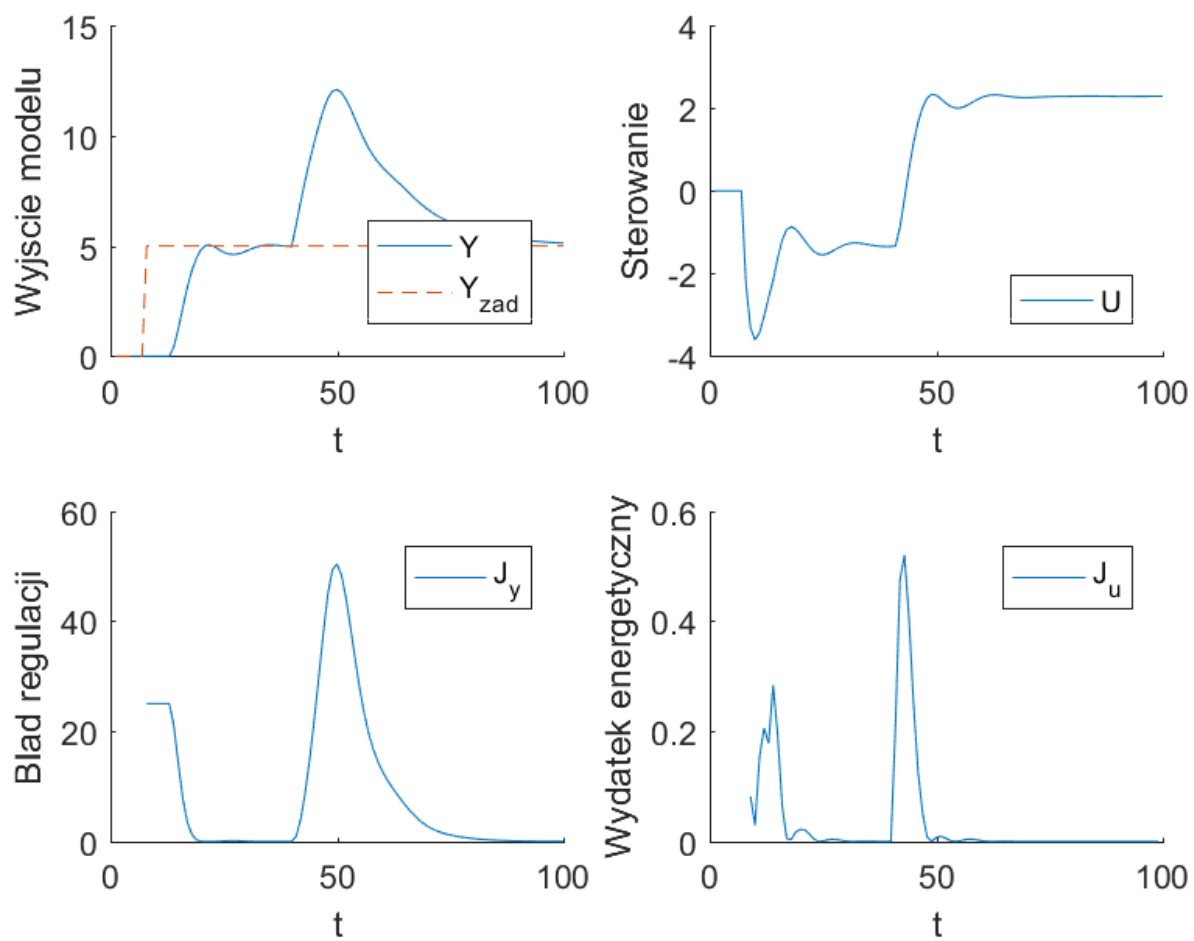
Ostatecznie ustalono optymalne nastawy dla $\lambda = 3$ ($J_y = 2.43$, $J_u = 198.40$, rys. 13).



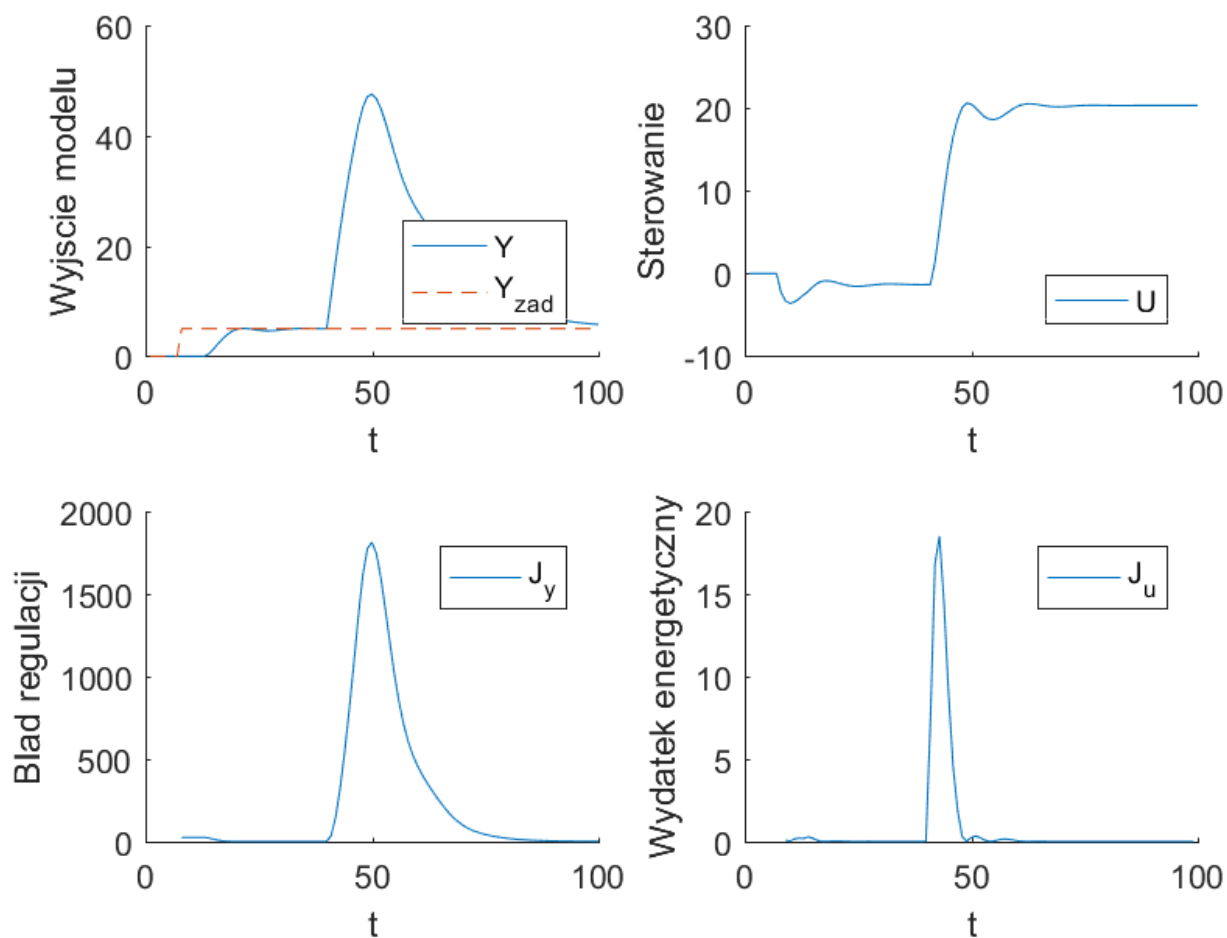
Rysunek 13: Symulacja regulacji dla $D = 70$, $N = 20$, $N_u = 6$, $\lambda = 3$

4.2 Niemierzalne zakłócenie wyjścia

Do wyjścia modelu dodano zakłócenie wartości $Y_{szum} = 1$ od chwili $T = 40$ (rys. 14). Spowodowało to zmianę w sterowaniu modelem przez regulator i zmianę w przebiegu wyjścia modelu lecz ostatecznie poprawną regulację. Nawet podczas dalszego zwiększania (np. $Y_{szum} = 6$, rys. 15) obiekt był regulowany poprawnie, co spowodowane wykorzystaniem różnic poprzednich sterowań w regulatorze.



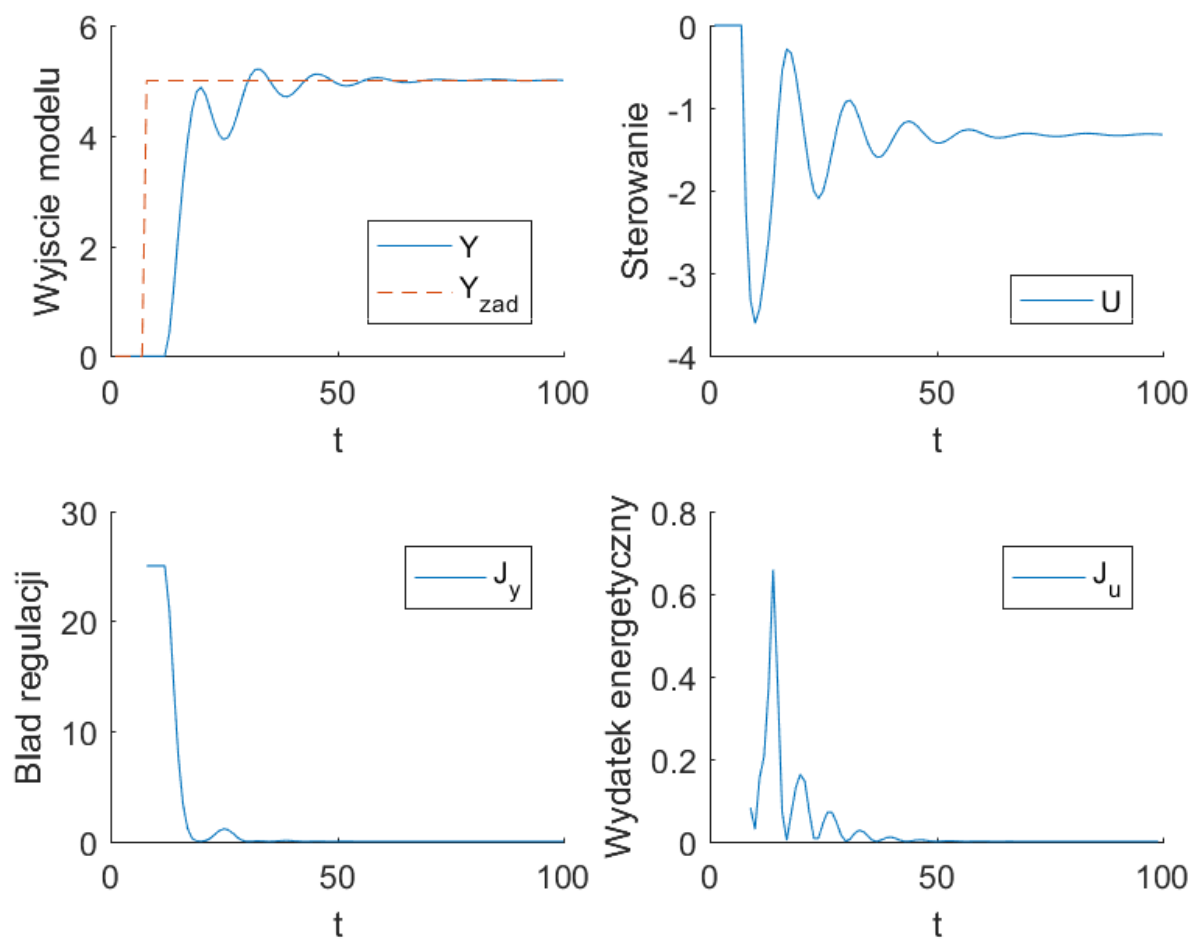
Rysunek 14: Symulacja regulacji z niemierzalnym zakłóceniem wartości 1.



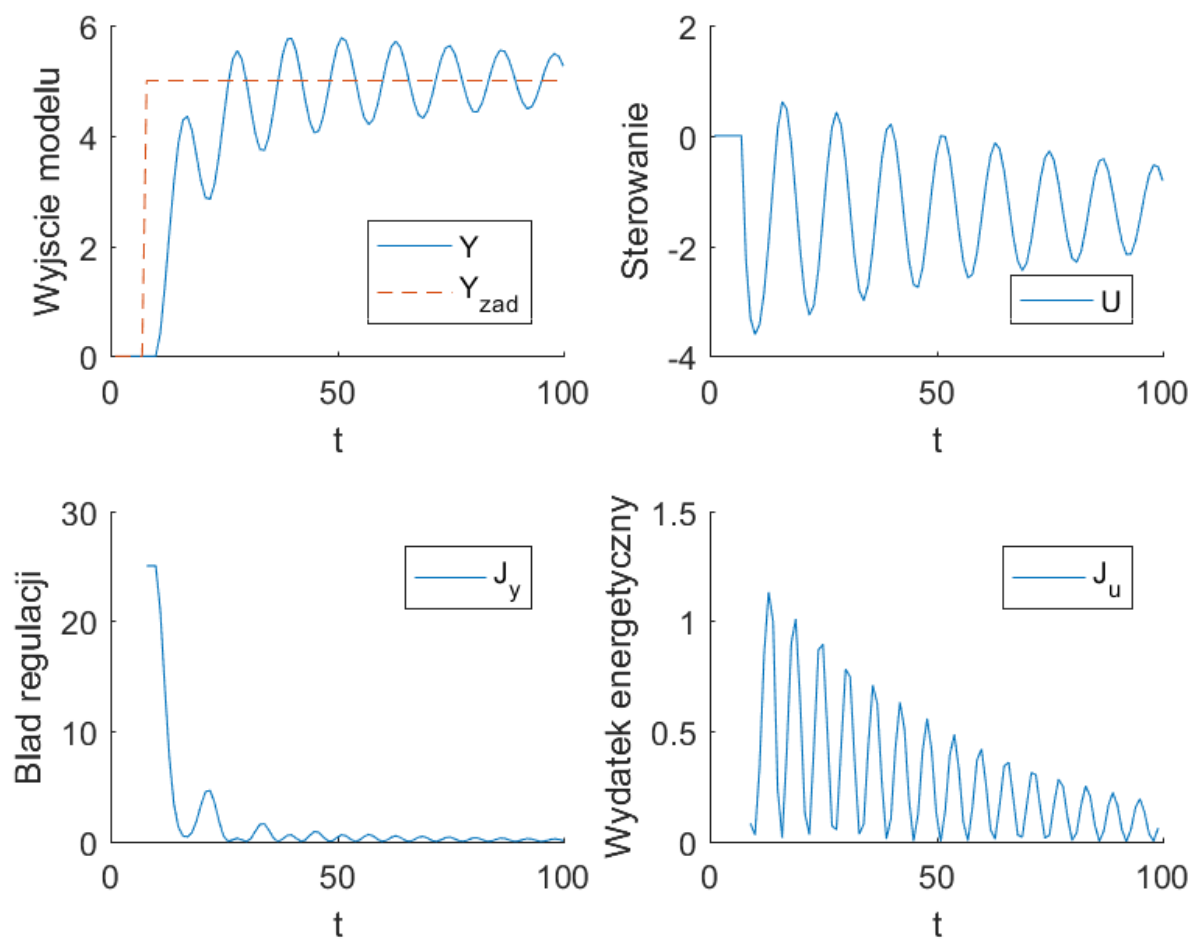
Rysunek 15: Symulacja regulacji z niemierzalnym zakłóceniem wartości 6.

4.3 Testowanie odporności

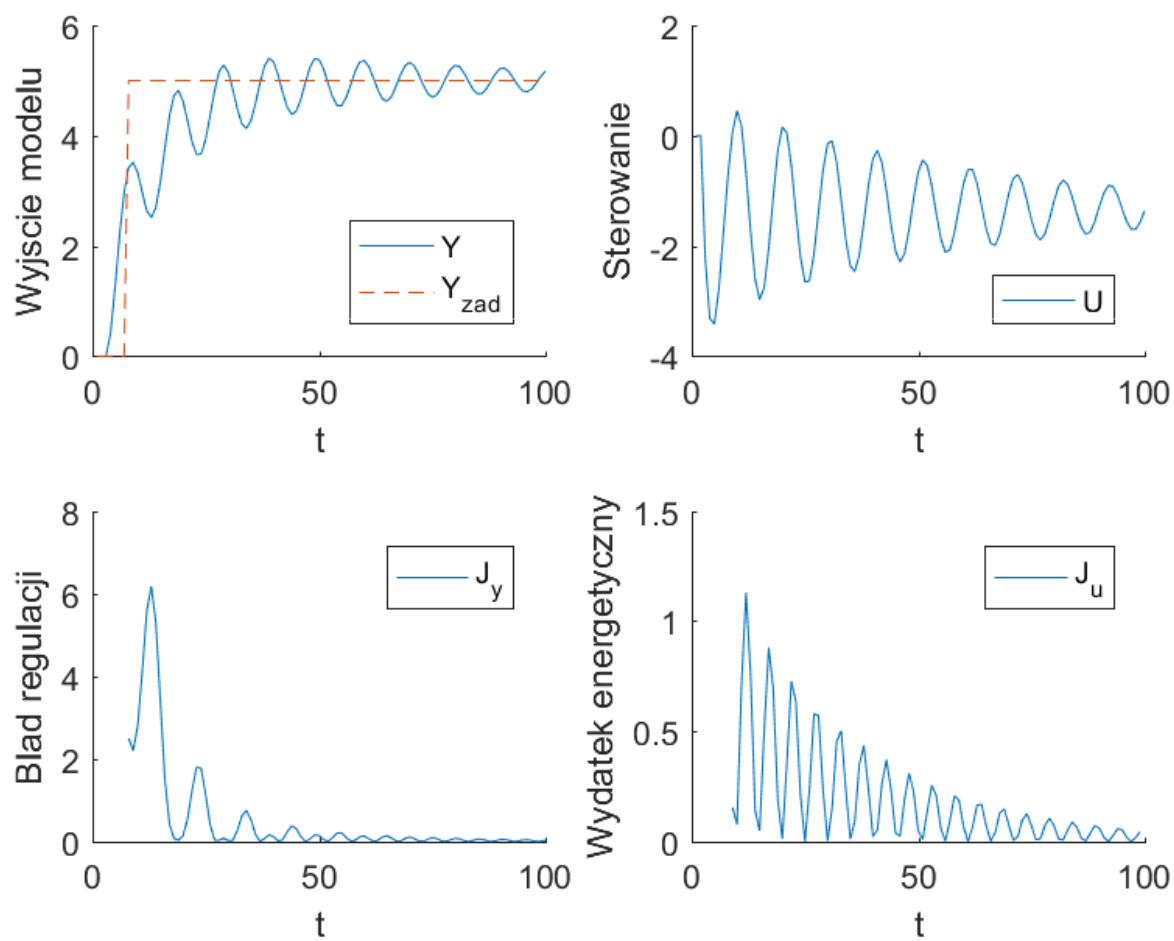
Przyjęto w/w przyjęte parametry regulacji. Dla zmniejszonego czasu odpowiedzi występują oscylacje wejścia i wyjścia modelu (rys. 16, rys.17, rys.18). Dla zwiększonego czasu odpowiedzi występują oscylacje sygnału wejściowego i pogorszenie regulacji (rys. 19, 20, 21). Dla opóźnień oraz małych przyspieszeń inercji obiektu udaje się uzyskać regulację.



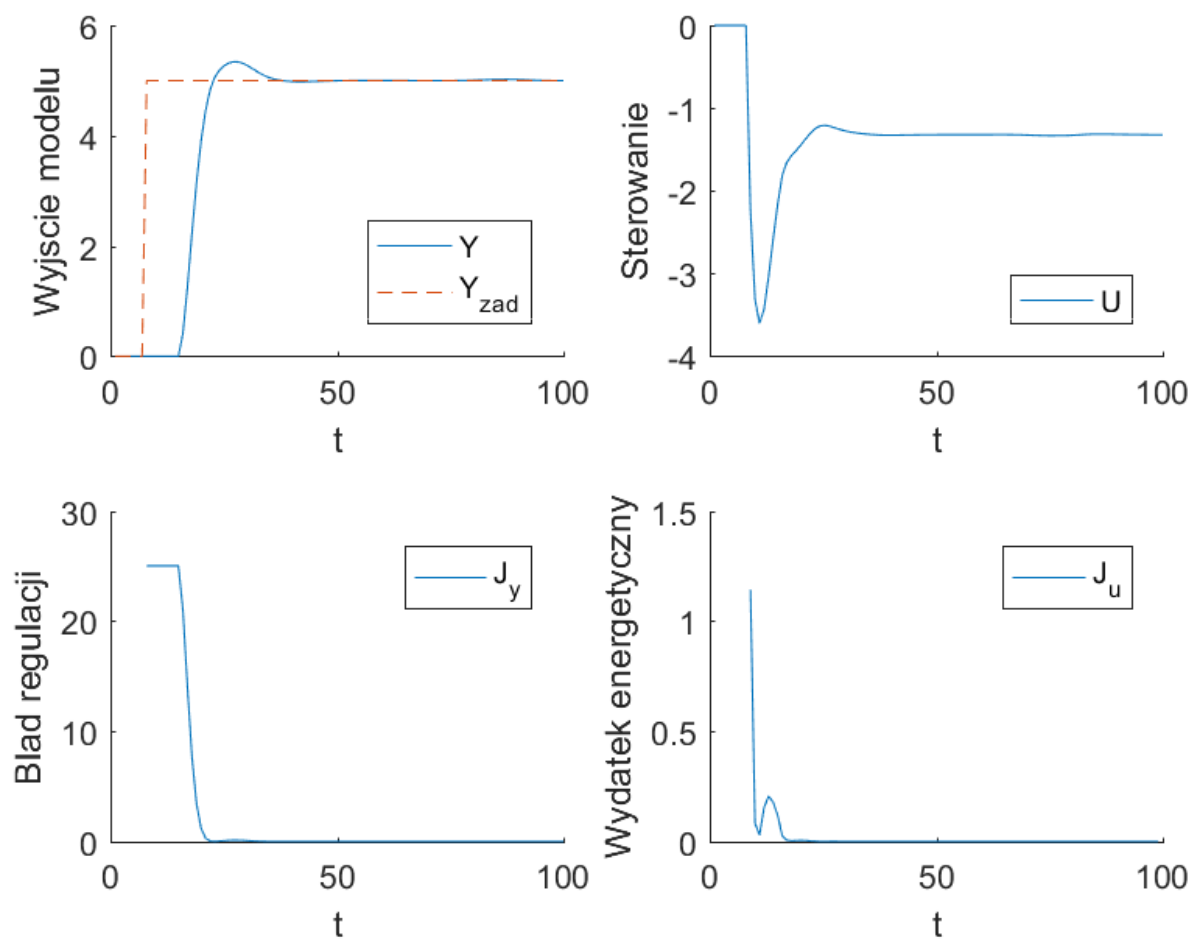
Rysunek 16: Testowanie odporności dla $y(k) = b_6 u(k-5) + b_7 u(k-6) - a_1 y(k-1) - a_2 y(k-2) =$.



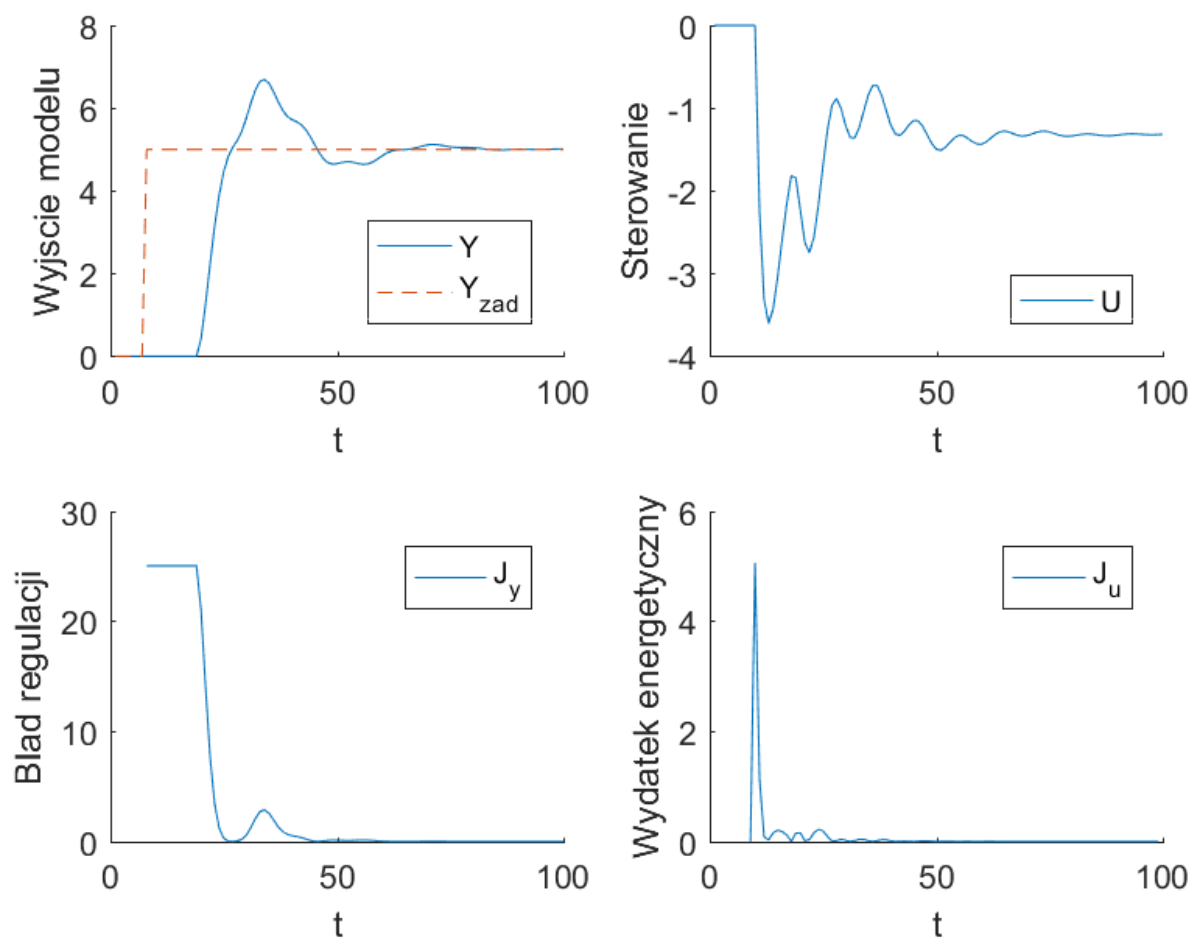
Rysunek 17: Testowanie odporności dla $y(k) = b_6 u(k-3) + b_7 u(k-4) - a_1 y(k-1) - a_2 y(k-2)$.



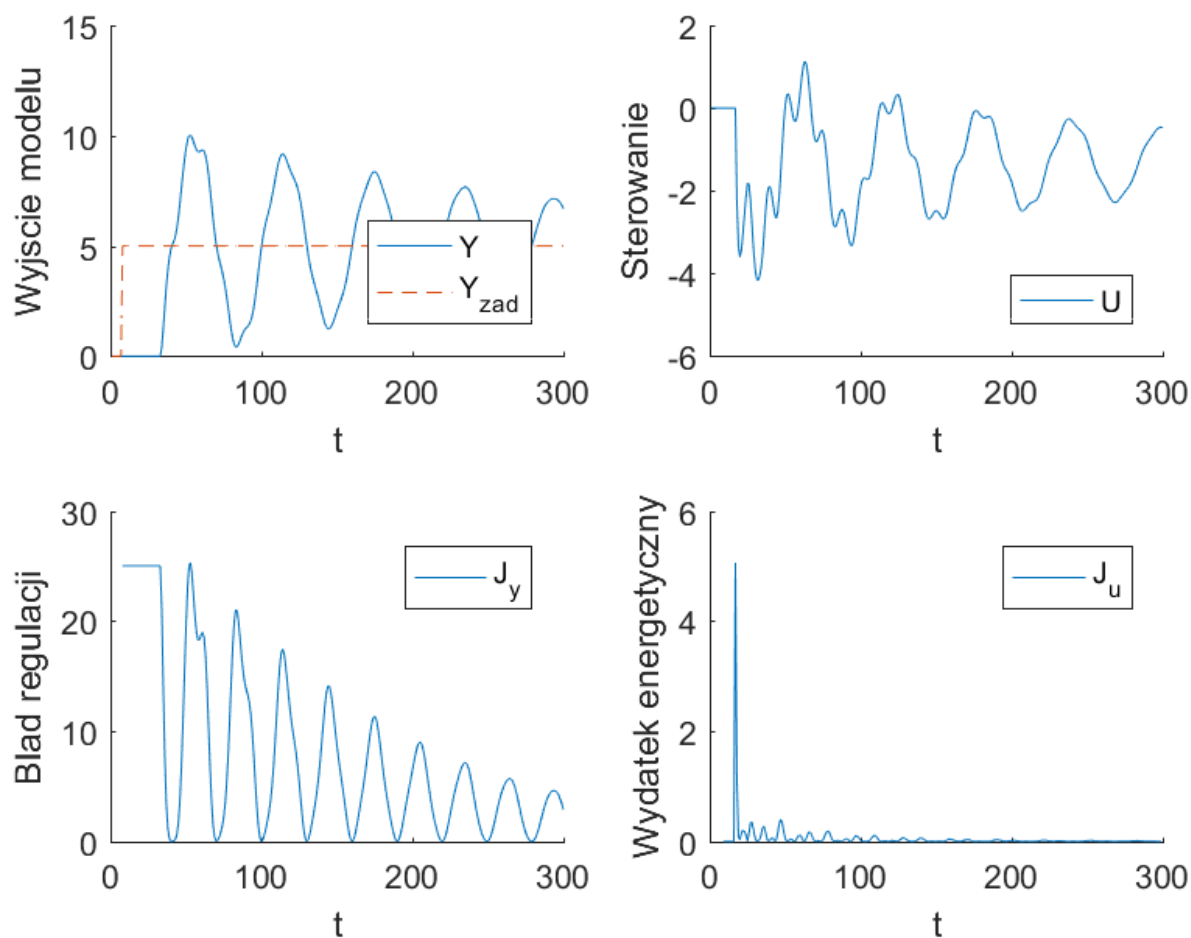
Rysunek 18: Testowanie odporności dla $y(k) = b_6 u(k-1) + b_7 u(k-2) - a_1 y(k-1) - a_2 y(k-2)$.



Rysunek 19: Testowanie odporności dla $y(k) = b_6 u(k-7) + b_7 u(k-8) - a_1 y(k-1) - a_2 y(k-2)$.



Rysunek 20: Testowanie odporności dla $y(k) = b_6u(k-9) + b_7u(k-10) - a_1y(k-1) - a_2y(k-2)$.

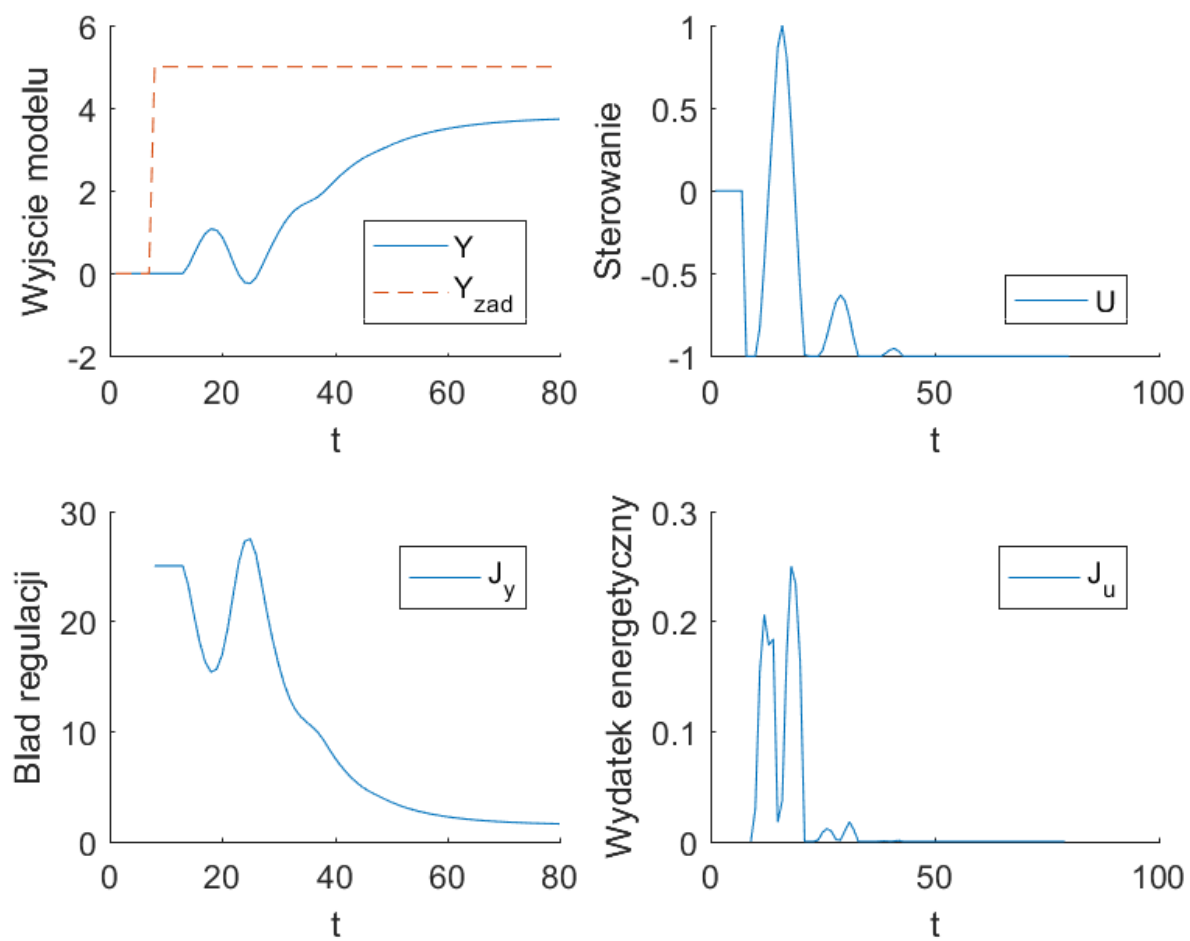


Rysunek 21: Testowanie odporności dla $y(k) = b_6 u(k - 16) + b_7 u(k - 17) - a_1 y(k - 1) - a_2 y(k - 2)$.

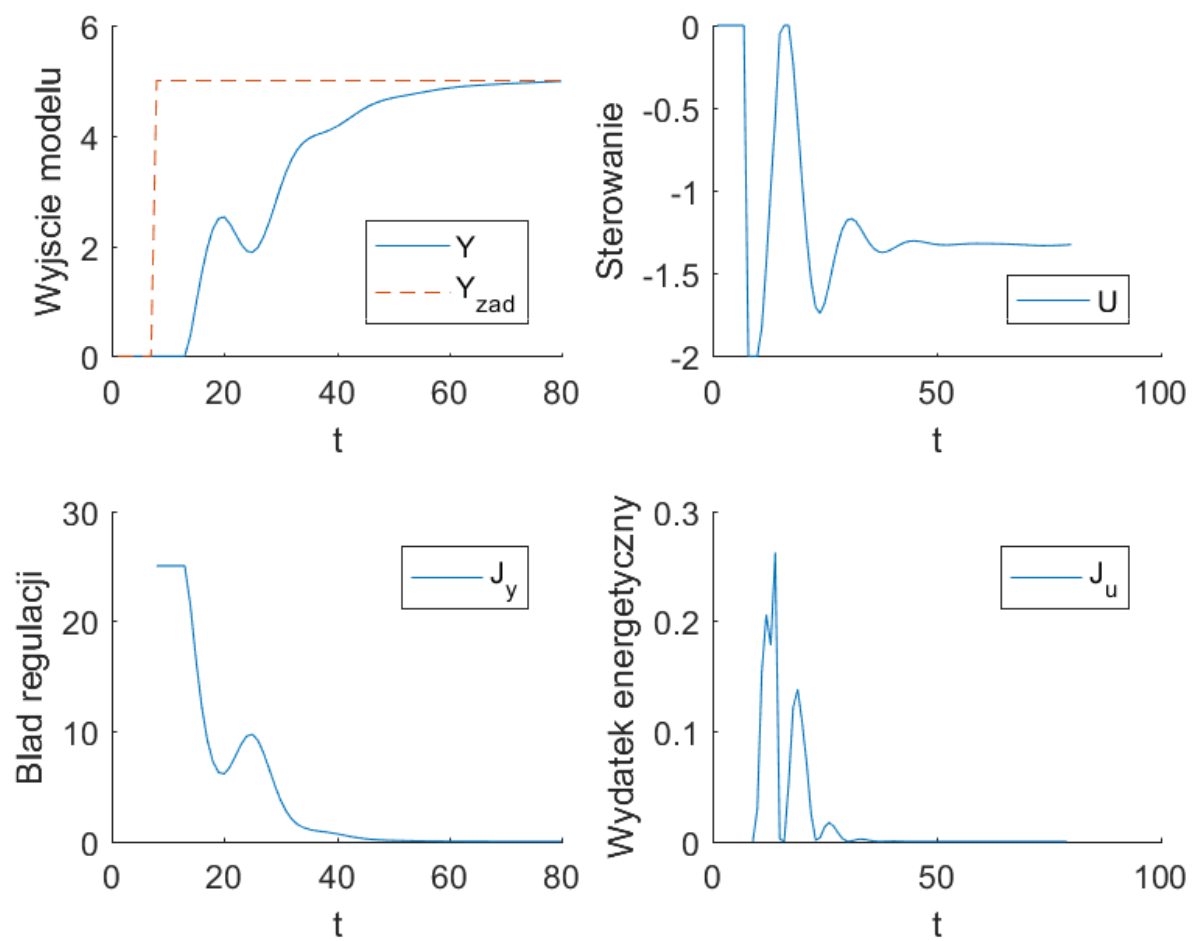
4.4 Ograniczenia wartości i zmiany sygnału sterującego

Dla wyżej przyjętych optymalnych parametrów regulacji:

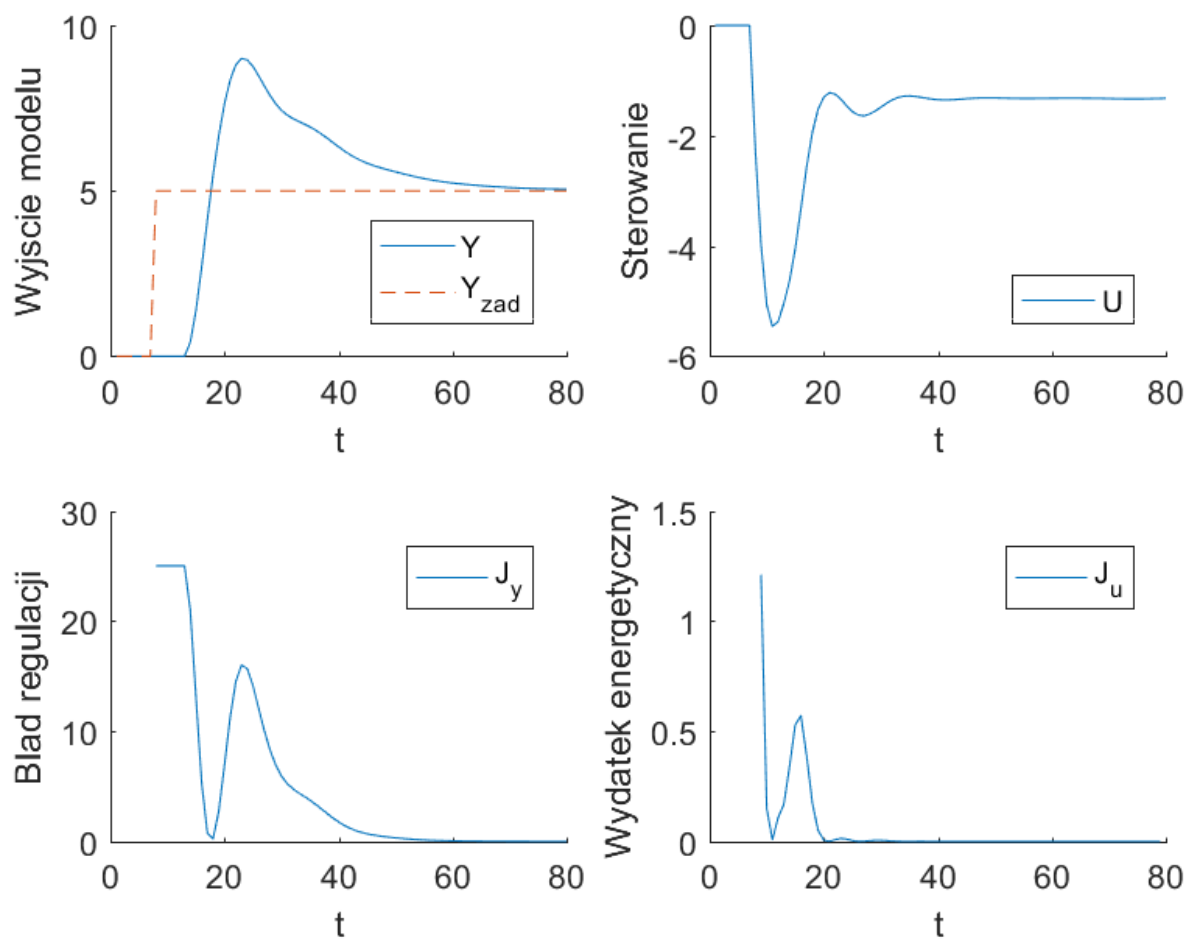
- Dla ograniczeń wyłączenie wartości nie zawsze udaje się osiągnąć regulację (np. rys. 22) lub regulacja jest wolniejsza (np. rys. 23). Może nastąpić zmniejszenie wydatku energetycznego. J_u . Zmniejszenie stabilności.
- Dla ograniczeń wyłącznie zmiany sygnału sterującego większe przeregulowanie (np. rys. 24). W skrajnych przypadkach brak regulacji, oscylacje wejścia i wyjścia (np. rys. 25). Zmniejszenie szybkości regulacji i reagowania na zmiany.
- Zdaniem autora najlepszy przebieg otrzymujemy bez wprowadzania ograniczeń (rys. 13).



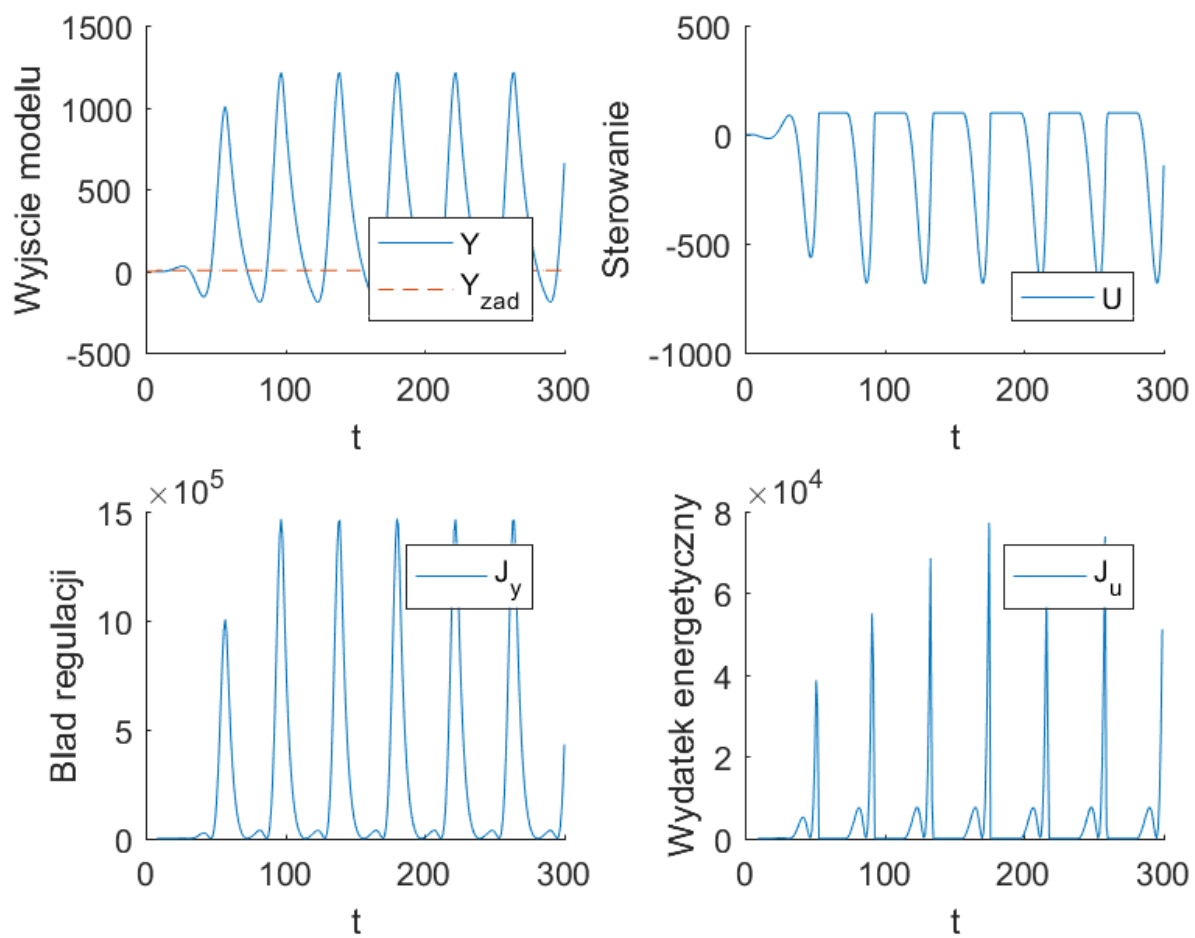
Rysunek 22: Ograniczenie $-1 < u(k) < 1$



Rysunek 23: Ograniczenie $-2 < u(k) < 0$



Rysunek 24: Ograniczenie $\Delta u < 1$



Rysunek 25: Ograniczenie $\Delta u < 0.1$