

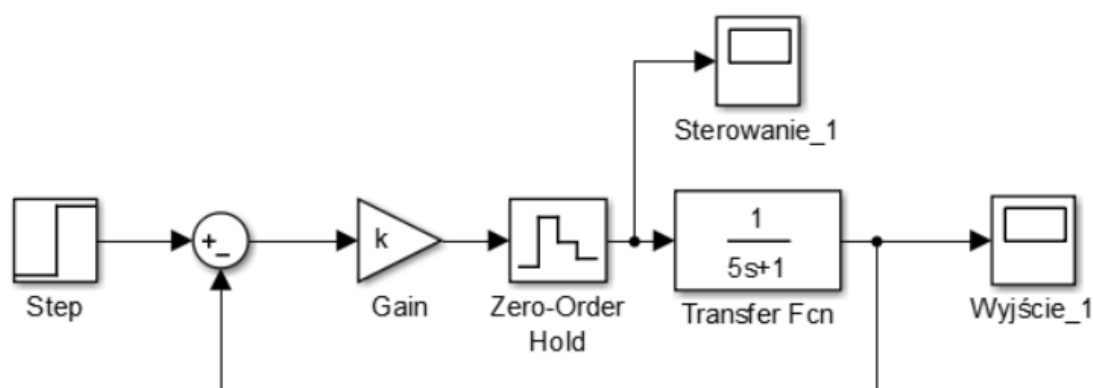
Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej LABORATORIUM Podstaw Automatyki			
Ćwiczenie 7: Dyskretne układy regulacji			
Wydz. EAIiB kier. AiR rok II		Środa 9:45	Zespół 1
Lp.	Imię i nazwisko	Ocena	Data zaliczenia
1.	Adrian Jałoszewski		
2.	Tomasz Kotowski		
Data wykonania ćwiczenia:	25.05.2016	Podpis:	

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi własnościami układów regulacji składających się z ciągłego obiektu regulacji sterowanego regulatorem dyskretnym.

2 Wstęp

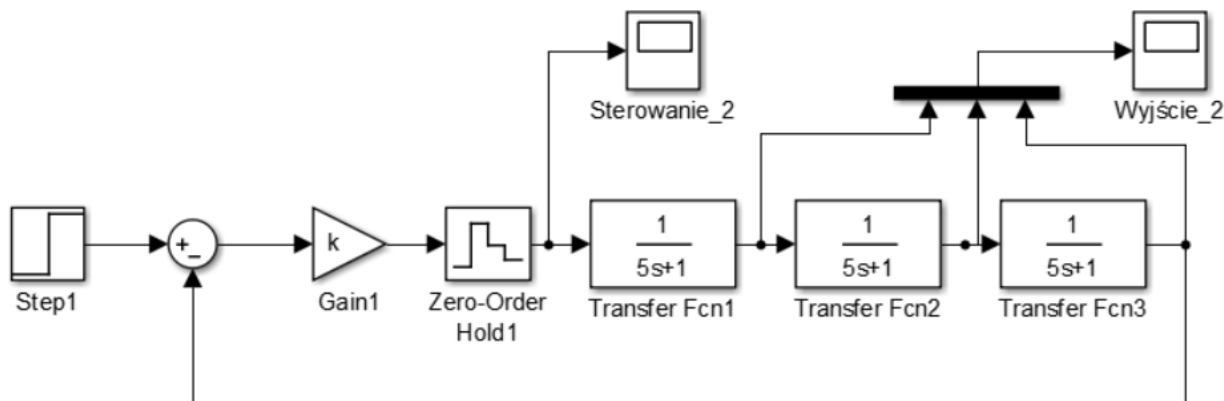
Pierwszy układ składał się z inercji I rzędu oraz regulatora P. Na wejście zadawany jest skok jednostkowy, a układ działa w sprzężeniu zwrotnym.



Rysunek 1: Inercja I rzędu

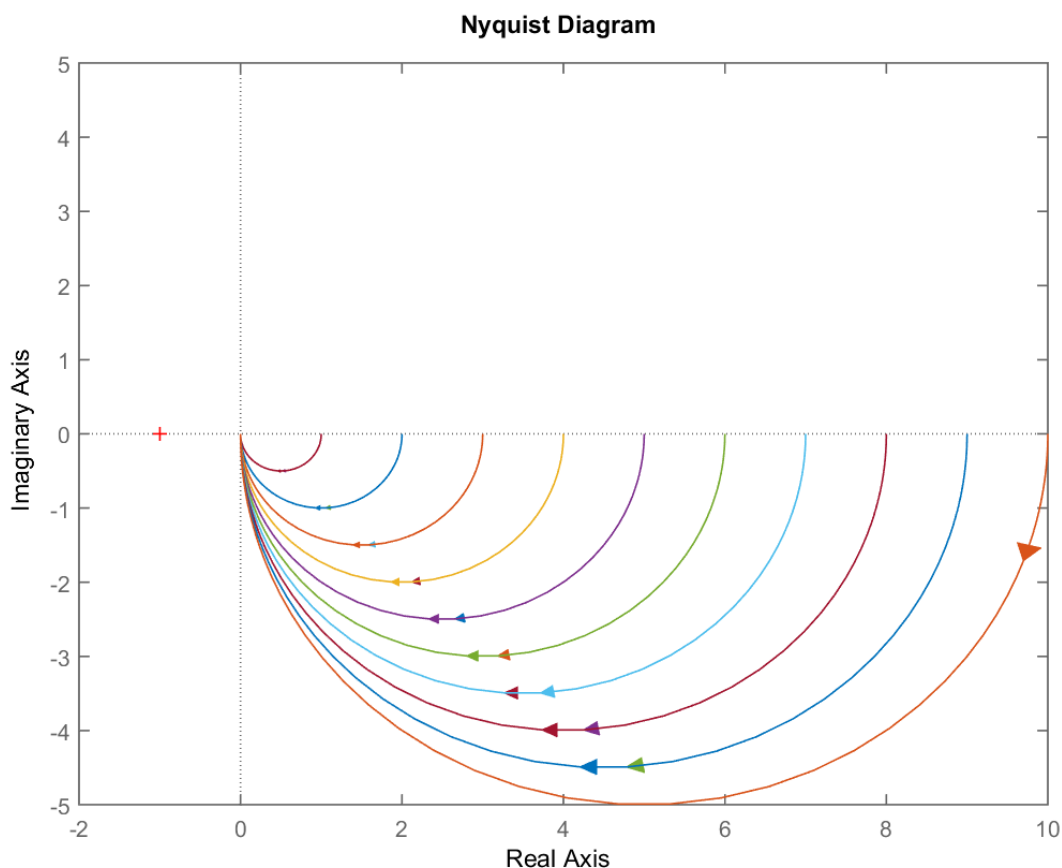
Jest to dyskretny układ regulacji z ekstrapolatorem zerowego rzędu. Oscyloskopy pobierają informacje o wyjściu z układu oraz o sterowaniu.

Podobnym układem jest kolejny układ, w którym obiektem regulacji jest obiekt inercyjny III rzędu. Jeden oscyloskop odpowiada tu za wyświetlanie sterowania na wyjściu z regulatora, a drugi za wyświetlanie przebiegów czasowych po każdej z inercji.



Rysunek 2: Inercja III rzędu

Dyskretne układy regulacji mogą stracić stabilność dla przypadków gdzie przy regulacji ciągłej układ zachowuje się stabilnie. Dobrym przykładem jest tu inercja pierwszego rzędu, która dla regulatora P jest układem strukturalnie stabilnym. Jest to układ strukturalnie stabilny, ponieważ jego charakterystyka amplitudowo-fazowa znajduje się zawsze w czwartej ćwiartce płaszczyzny zespolonej – nigdy nie obejmuje punktu $(-1, 0j)$.



Rysunek 3: Obiekty inercyjne I rzędu dla różnych parametrów.

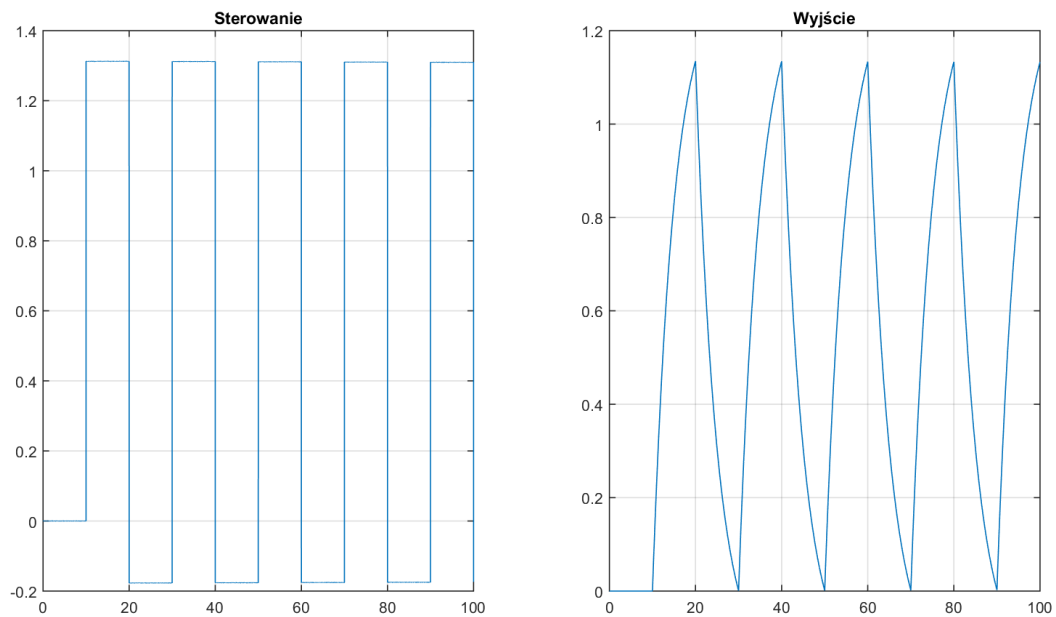
Utrata stabilności w przypadku regulacji dyskretniej następuje na skutek tego, że transmitancja ekstrapolatora zerowego rzędu zawiera w sobie człon opóźniający.

3 Wyniki ćwiczenia

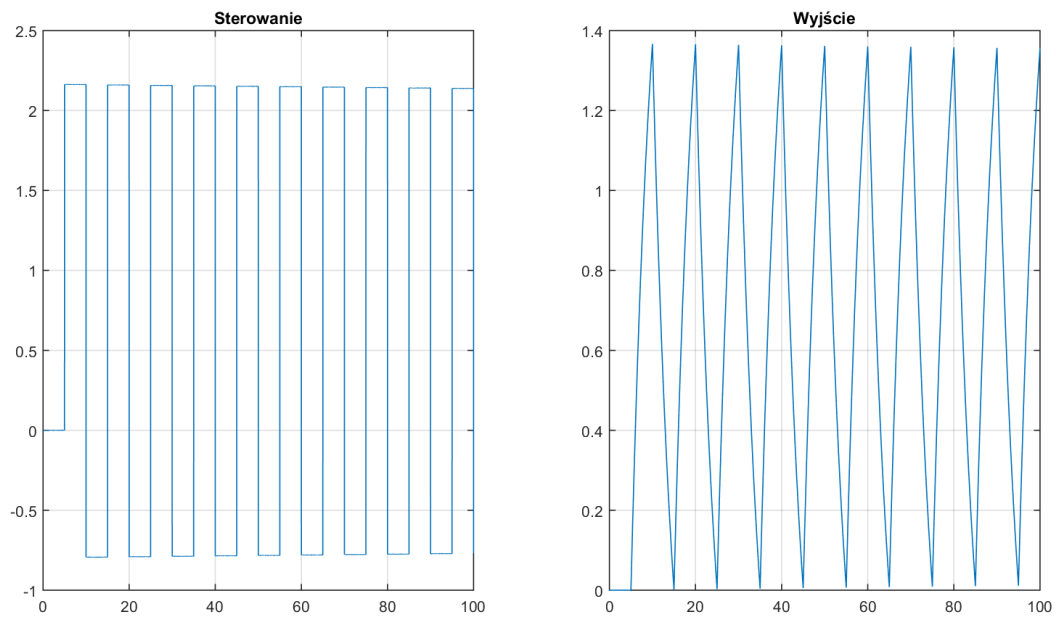
Wzmocnienia krytycznego szukaliśmy analizując to, czy przebieg jest tłumiony – jeżeli tak, to zwiększaliśmy wzmocnienie, jeżeli nie, to obniżaliśmy je, dochodząc do chwili kiedy różnice były niezauważalnie małe.

3.1 Obiekt inercyjny I rzędu

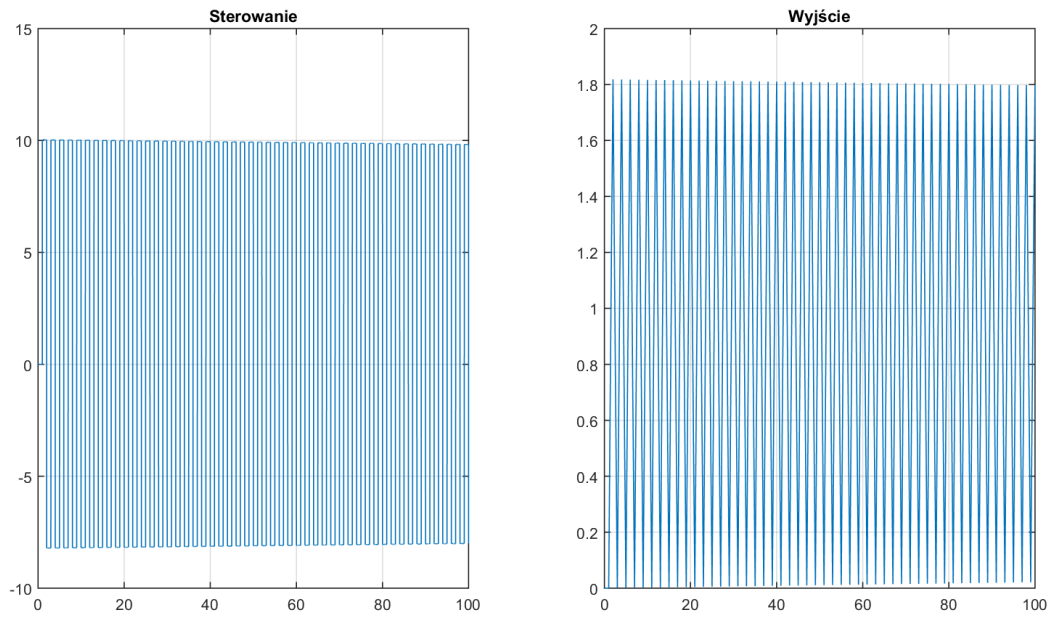
Wyniki dla czasu próbkowania $T_p = 10$ s. Wzmocnienie krytyczne: $k_{kr} = 1,3125$.



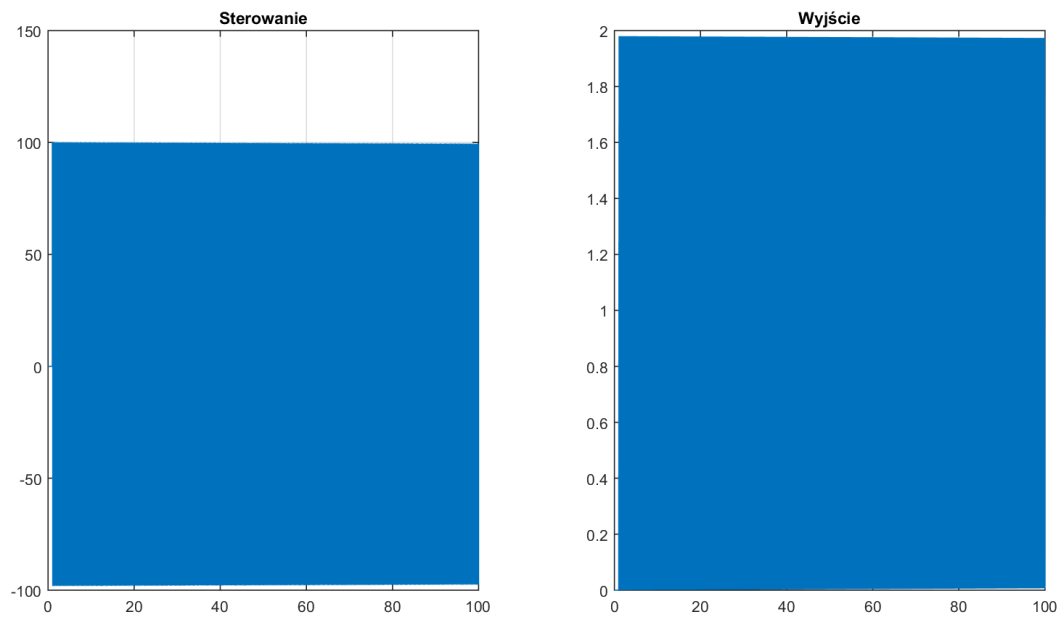
Wyniki dla czasu próbkowania $T_p = 5$ s. Wzmocnienie krytyczne $k_{kr} = 2,1625$.



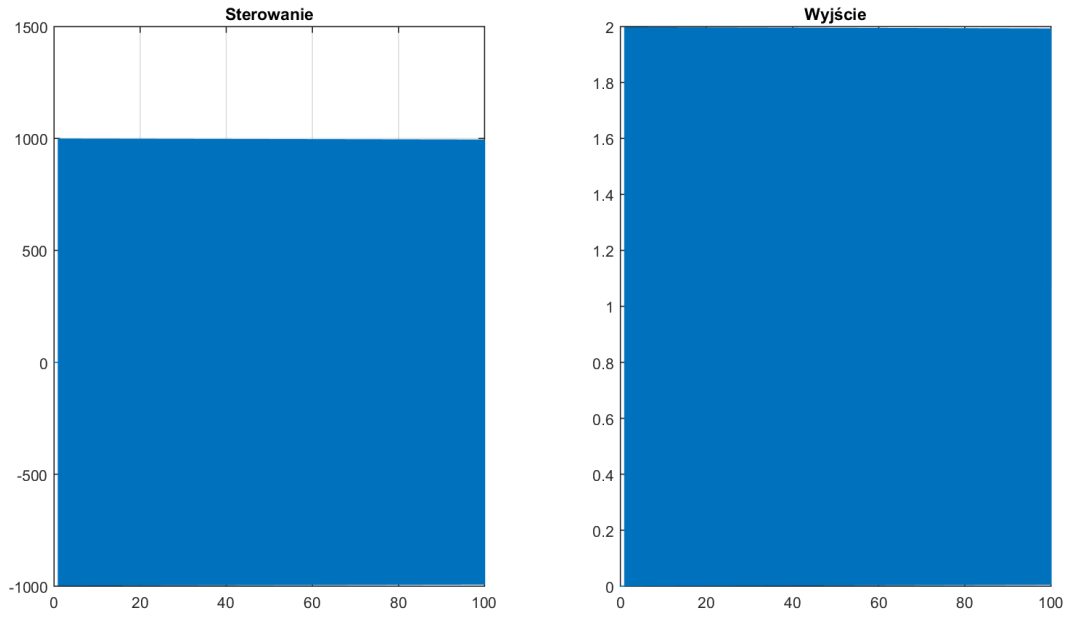
Wyniki dla czasu próbkowania $T_p = 1$ s. Wzmocnienie krytyczne $k_{kr} = 10,032$.



Wyniki dla czasu próbkowania $T_p = 0.1$ s. Wzmocnienie krytyczne $k_{kr} = 100,003$.

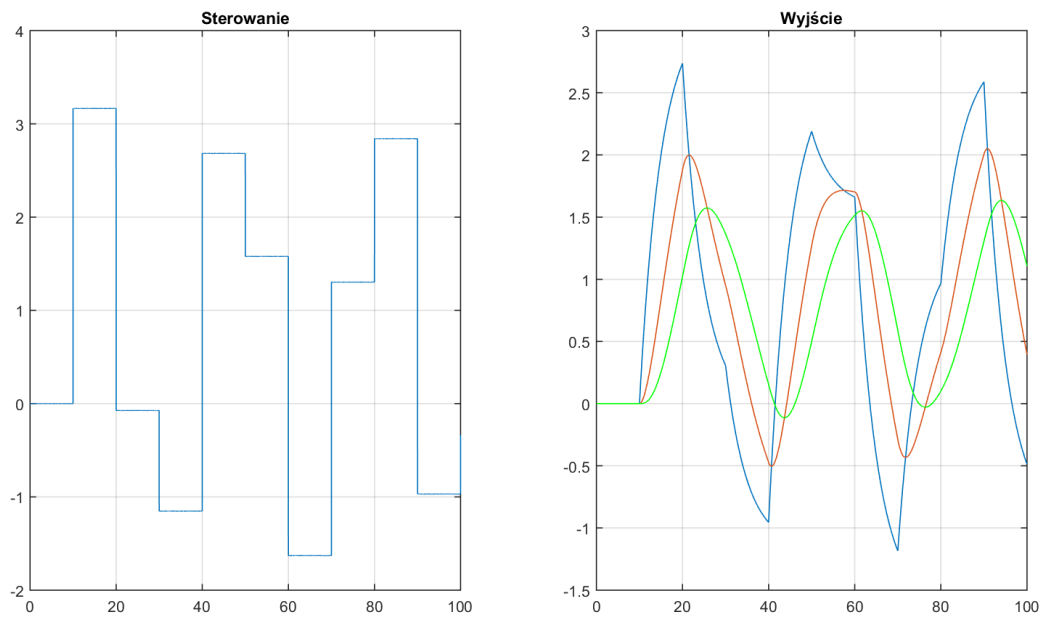


Wyniki dla czasu próbkowania $T_p = 0.01$ s. Wzmocnienie krytyczne $k_{kr} = 1000,0001$.

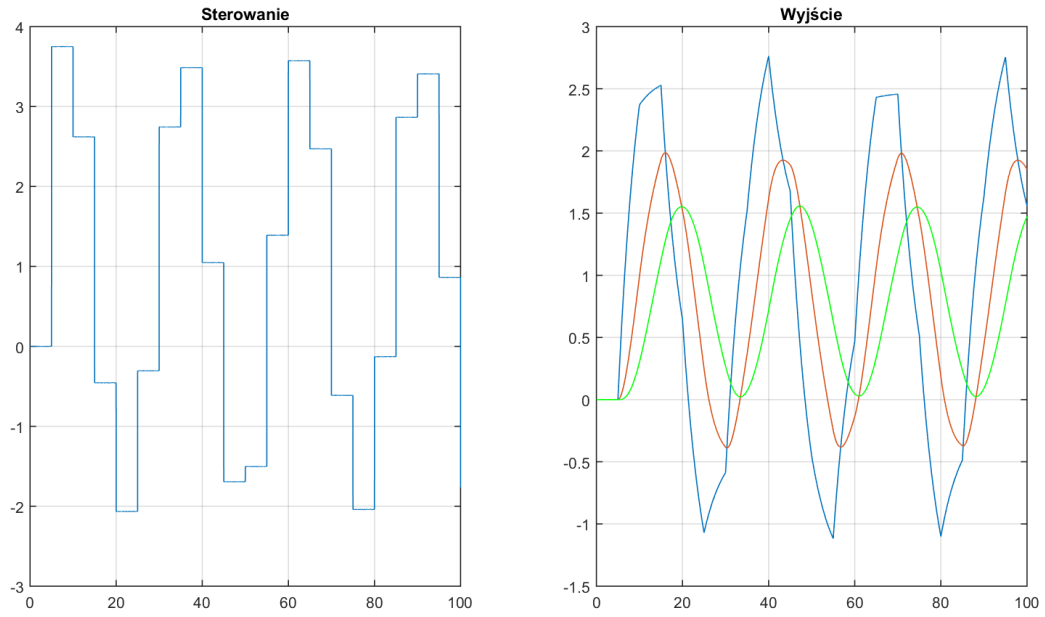


3.2 Obiekt inercyjny III rzędu

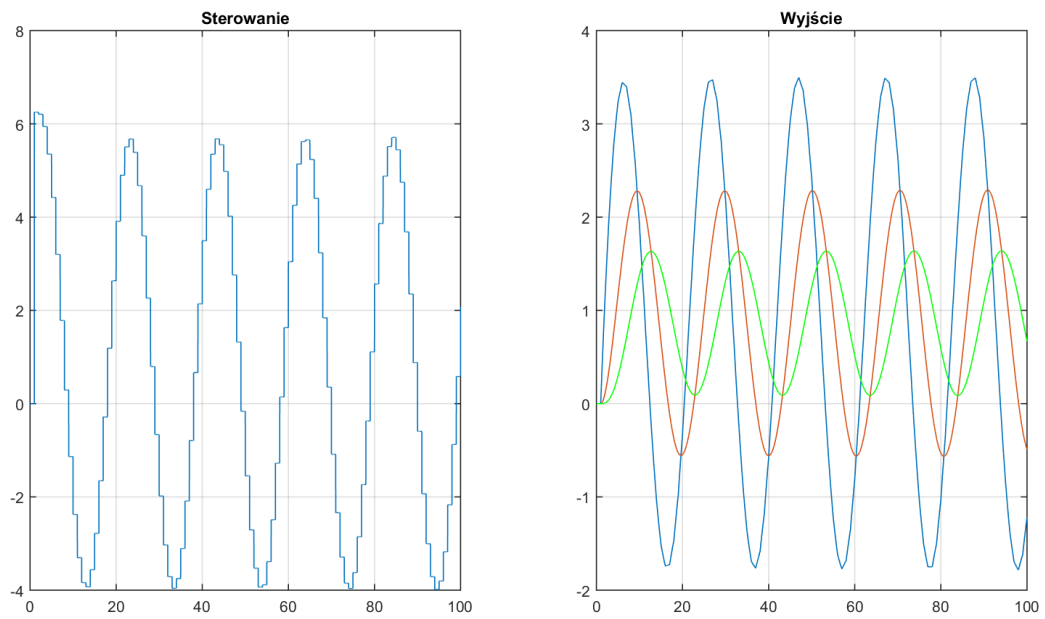
Wyniki dla czasu próbkowania $T_p = 10$ s. Wzmocnienie krytyczne: $k_{kr} = 3,165$.



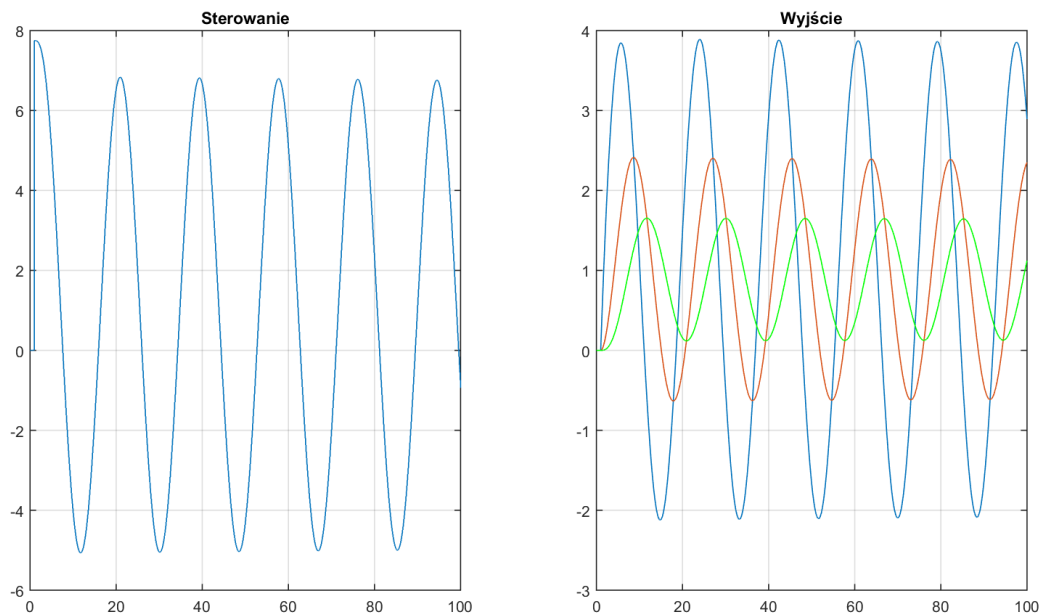
Wyniki dla czasu próbkowania $T_p = 5$ s. Wzmocnienie krytyczne $k_{kr} = 3,75$.



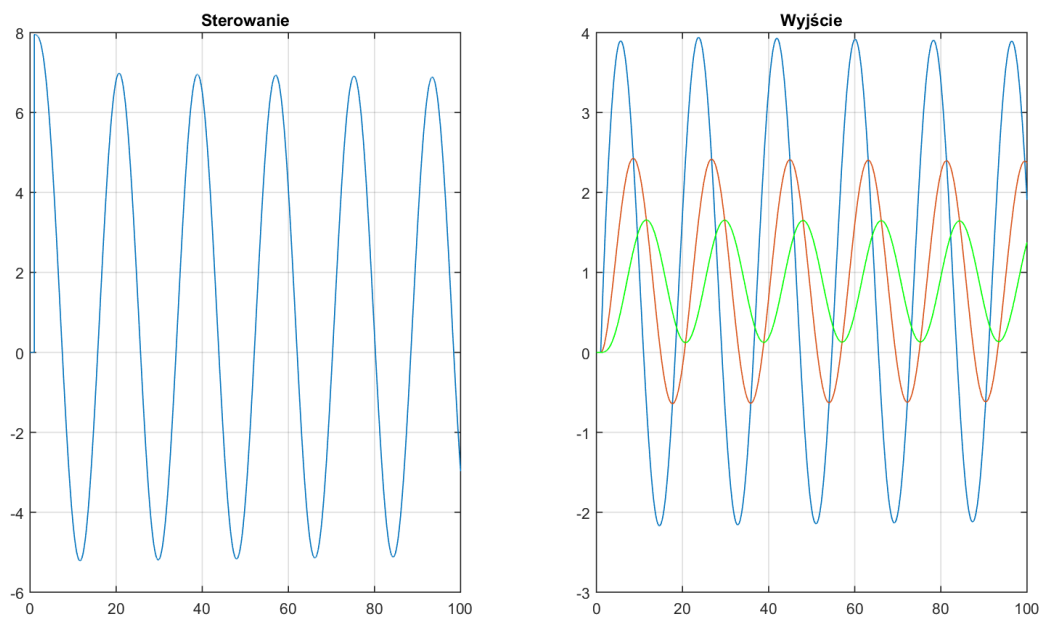
Wyniki dla czasu próbkowania $T_p = 1$ s. Wzmocnienie krytyczne $k_{kr} = 6,25$.



Wyniki dla czasu próbkowania $T_p = 0.1$ s. Wzmocnienie krytyczne $k_{kr} = 7,75$.



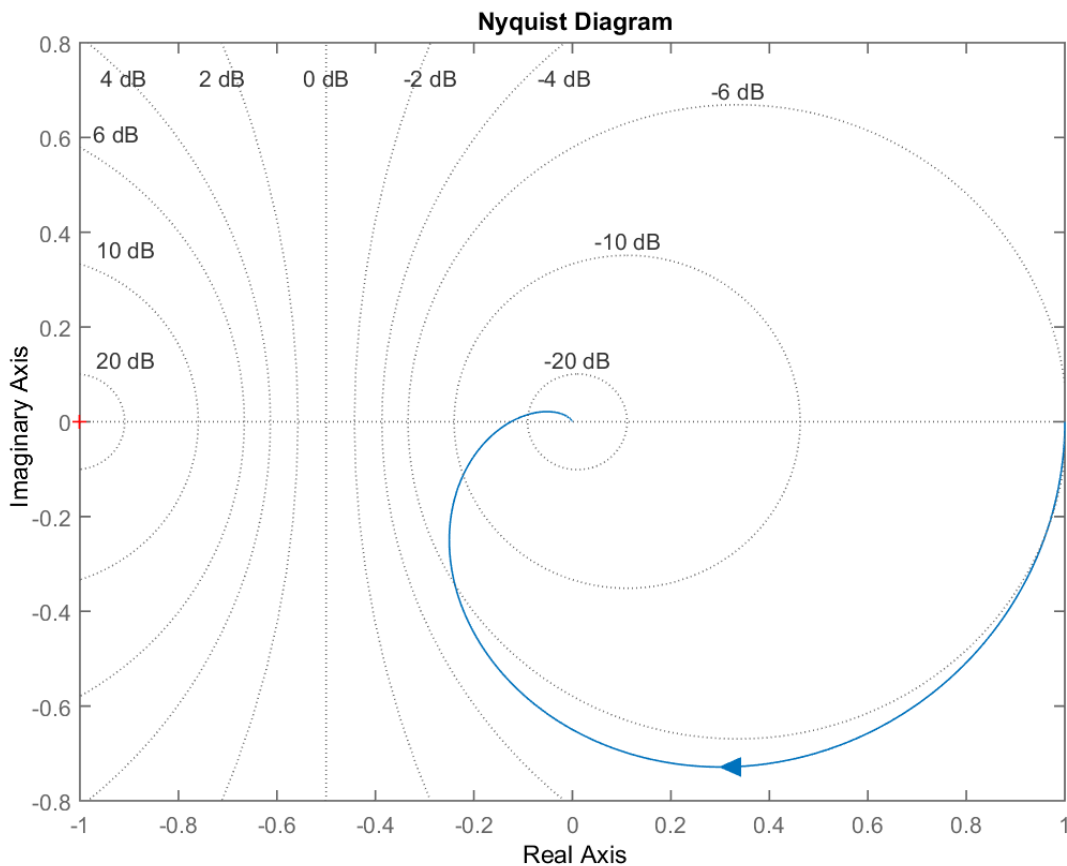
Wyniki dla czasu próbkowania $T_p = 0.01$ s. Wzmocnienie krytyczne $k_{kr} = 7,95$.



3.3 Wyznaczenie wzmocnienia krytycznego dla układu ciągłego

Wzmocnienie krytyczne wyznaczyliśmy tu korzystając z kryterium Nyquista. Ponieważ charakterystyka amplitudowo fazowa obiektu o poniższej transmitancji przecina oś rzeczywistą w punkcie $(0,125, 0j)$, to wzmocnienie krytyczne tego układu wynosi $k_{kr} = 8$

$$G(s) = \frac{1}{(5s + 1)^3}$$



4 Wnioski

Ćwiczenie to pozwoliło nam na zapoznanie się z dyskretnymi układami regulacji. Zapoznaliśmy się na praktycznym przykładzie z ich wadą w stosunku do układów ciągłych – mogą się zachowywać niestabilnie w przypadkach gdy układy ciągłe są stabilne. Zależy to od okresu próbkowania.

Wraz ze wzrostem częstotliwości próbkowania można zauważyć, że wyjście z układu zaczyna się coraz bardziej zachowywać jak dla układu ciągłego, a wzmocnienie krytyczne zbliża się do tego dla układu ciągłego – dla obiektu inercyjnego I rzędu do nieskończoności, a dla obiektu inercyjnego III rzędu z przykładu do 8.

Mogliśmy również zaobserwować działanie obiektów inercyjnych jako filtru dolnoprzepustowego, poprzez łagodzenie ostrych krawędzi przebiegów. Każdy kolejny człon inercyjny wygładzał coraz bardziej krzywą, nie pozwalając na jej szybkie zmiany (powiązane z dużymi częstotliwościami).

W trakcie wykonywania ćwiczenia natknęliśmy się na trudność ze środowiskiem MATLAB/SIMULINK – nie mogliśmy wyeksportować całego przebiegu z SIMULINKa do MATLABa z za pomocą ekstrapolatora. Za każdym razem na około 1000 chwil czasowych było przenoszonych tylko 11 w chwilach czasu, kiedy zmiana ulegała wartości. Działo się tak, gdyż oscyloskop SIMULINKowy reaguje na zmianę wartości i tylko te punkty uważa za istotne. Udało nam się jednak ominąć tę trudność dodając do układu, przed oscyloskopem, generator niewielkich liczb pseudolosowych (rzędu 10^{-5}). Dzięki temu następowały tam niewielkie zmiany, które nie miały wpływu na układ, a nam pozwoliły na wyeksportowanie pełnego zakresu danych, otrzymując przebiegi regulacji składające się z prostokątów, a nie z trapezów.