

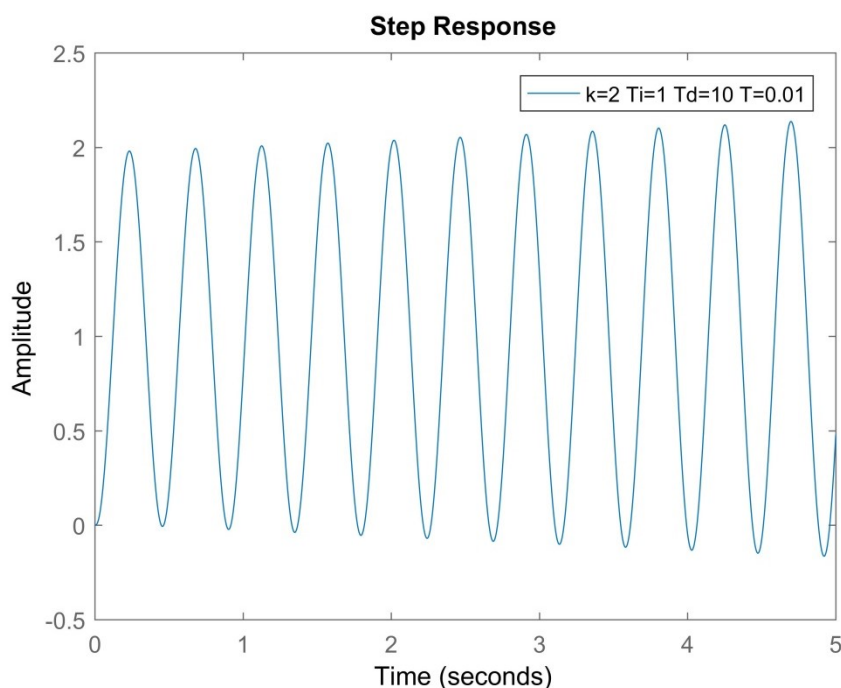
Stabilność zamkniętego układu regulacji.		
Węgrzyn Paweł Roman Michał	10.05.2017r.	Godz. 9.45

## 1. Cel ćwiczenia

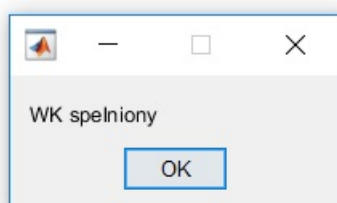
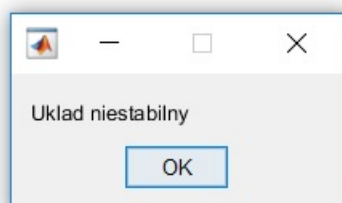
Celem ćwiczenia było zapoznanie się z badaniem stabilności zamkniętego układu regulacji automatycznej z wykorzystaniem: kryterium Nyquista oraz kryterium Hurwitza. Badaliśmy zamknięty układ regulacji składający się z obiektu o transmitancji  $G(s) = \frac{10}{s^3 + 2s^2 + 2s + 1}$  oraz regulatora PID o transmitancji:  $G(s) = k \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + \frac{T_d s}{T_s + 1} \right)$ .

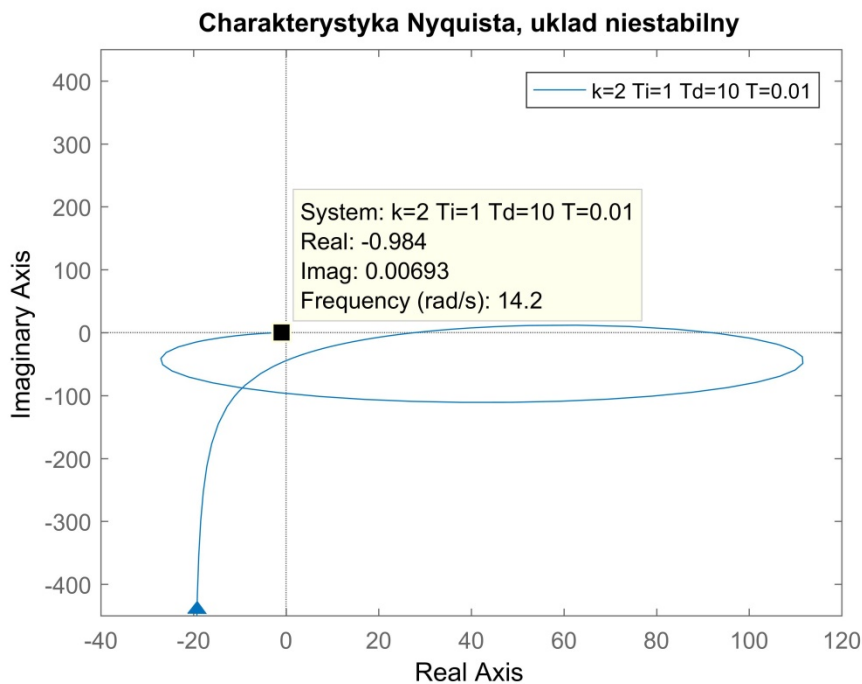
## 2. Wykonanie ćwiczenia

- a) Znaleźnienie takich parametrów dla których układ będzie niestabilny i sporządzenie dla nich odpowiedzi skokowej i charakterystyki Nyquista.



Widzimy że odpowiedź obiektu rozbiega się, co świadczy o tym że układ jest niestabilny. Potwierdza to również kryterium Hurwitza, które zostało przez nas zaimplementowane w ramach zajęć laboratoryjnych.

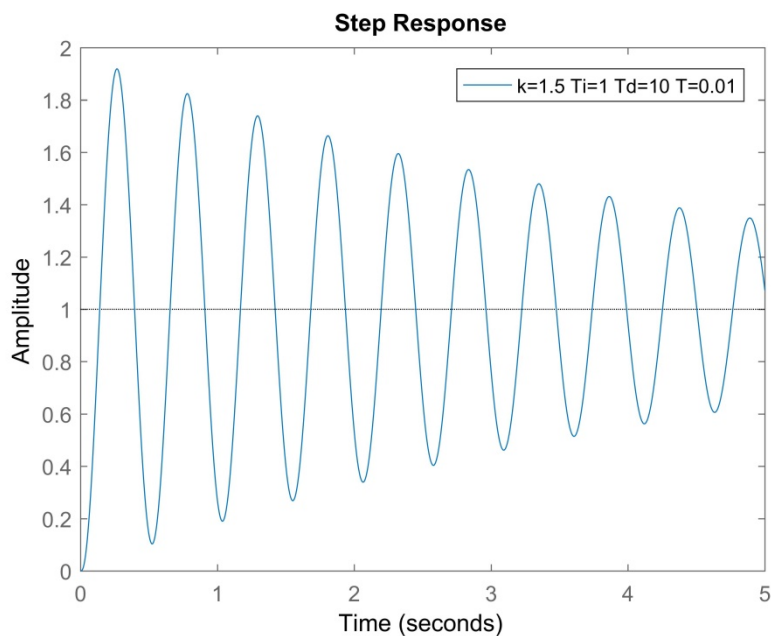




Charakterystyka amplitudowo-fazowa układu otwartego obejmuje punkt  $(-1, j0)$ , a więc na mocy kryterium Nyquista wnioskujemy że układ jest niestabilny, co potwierdza wcześniejsze obserwacje i obliczenia.

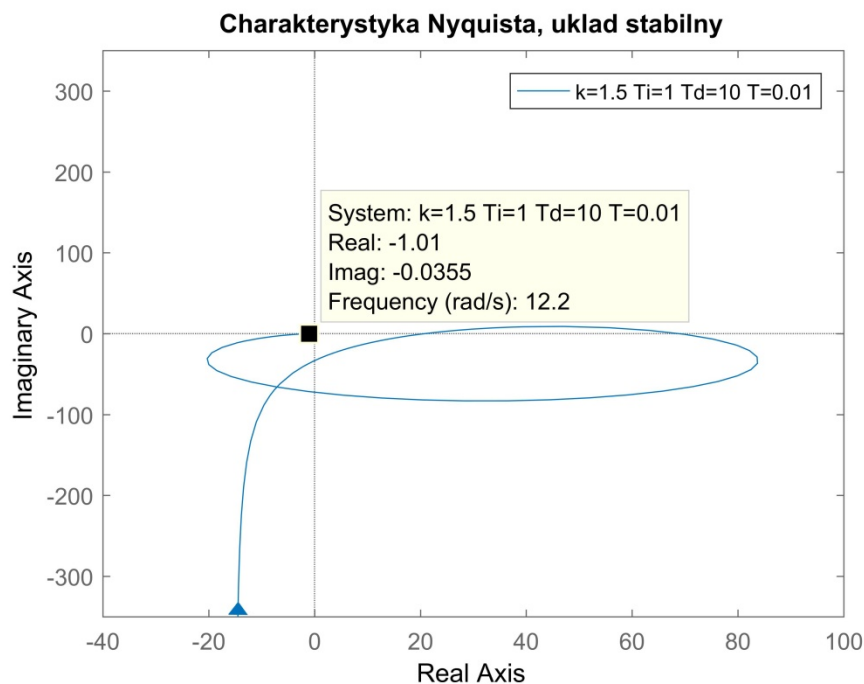
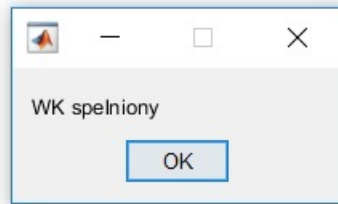
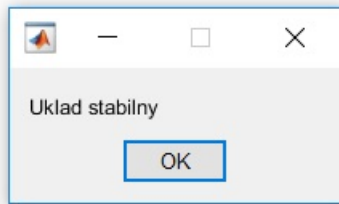
**b) Próba ustabilizowania układu przy pomocy regulacji wzmocnieniem  $k$ .**

Zmniejszaliśmy parametr  $k$  aż do momentu uzyskania stabilności obiektu, co miało miejsce dla  $k = 1.93$ . Dla przejrzystości wyniku wyrysowaliśmy charakterystykę dla  $k=1.5$ .



Uchylb maleje z czasem i zbiega do zera, co świadczy o stabilności układu.

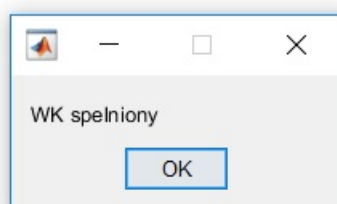
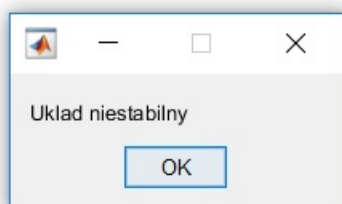
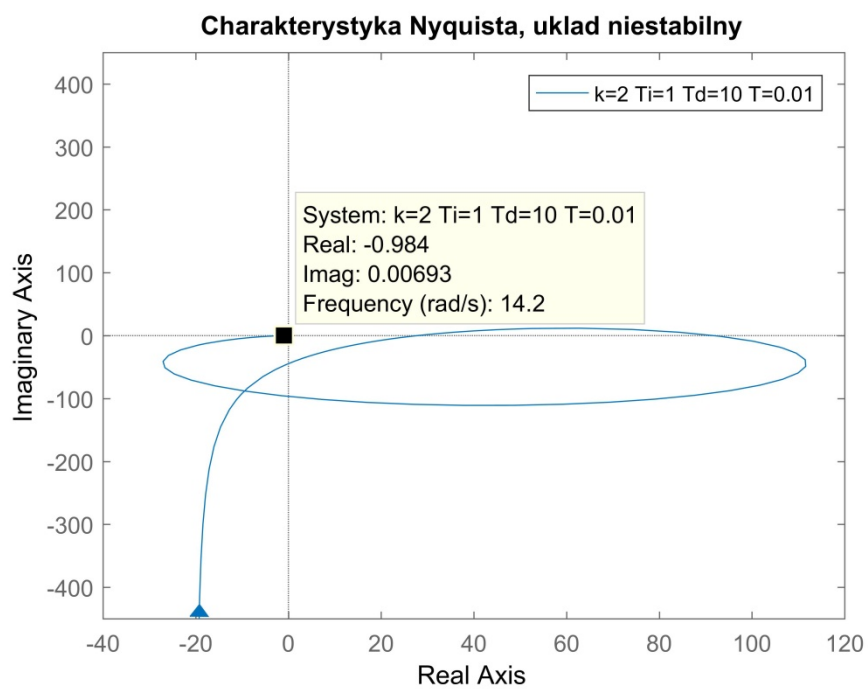
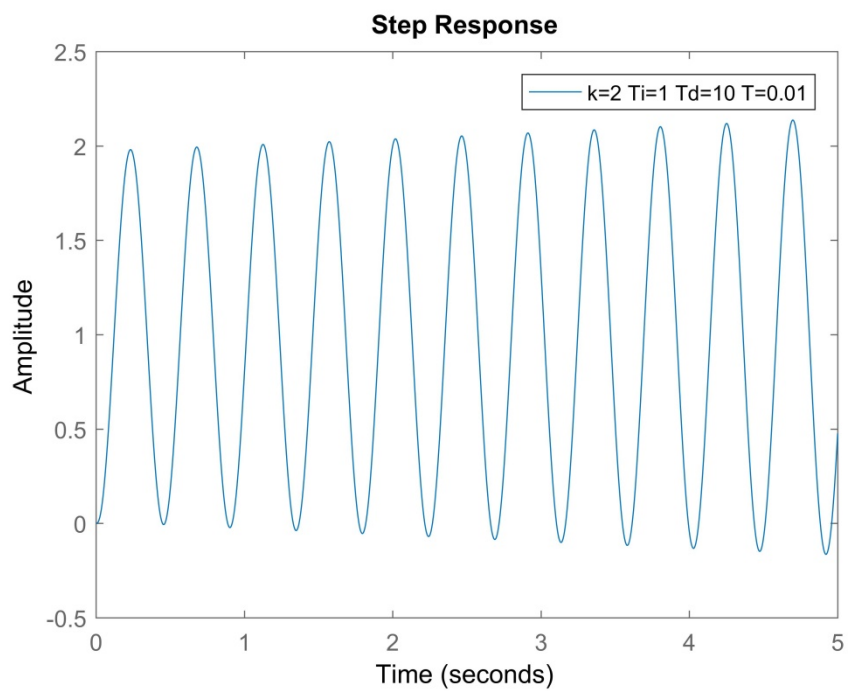
Badanie układu kryterium Hurwitza potwierdza wnioski wyciągnięte z analizy odpowiedzi skokowej.

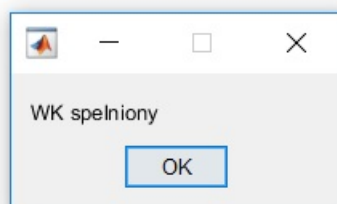
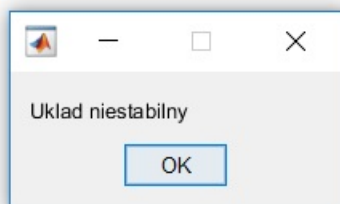
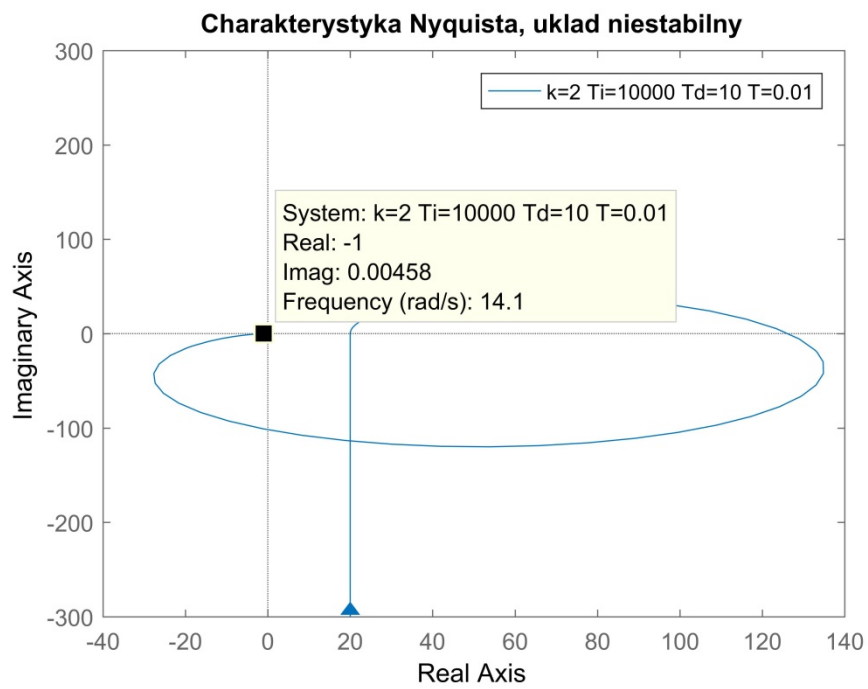
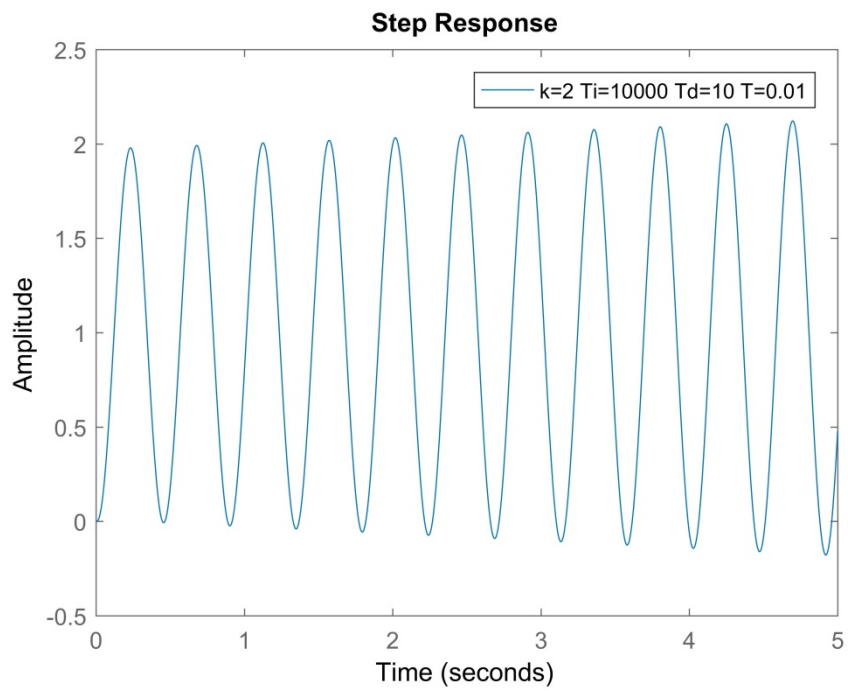


Kryterium Nyquista również potwierdza powyższe obserwacje i wnioski, ponieważ charakterystyka nie obejmuje punktu  $(-1, j0)$ .

**c) Próba ustabilizowania obiektu przy pomocy regulacji czasem zdwojenia  $T_i$**

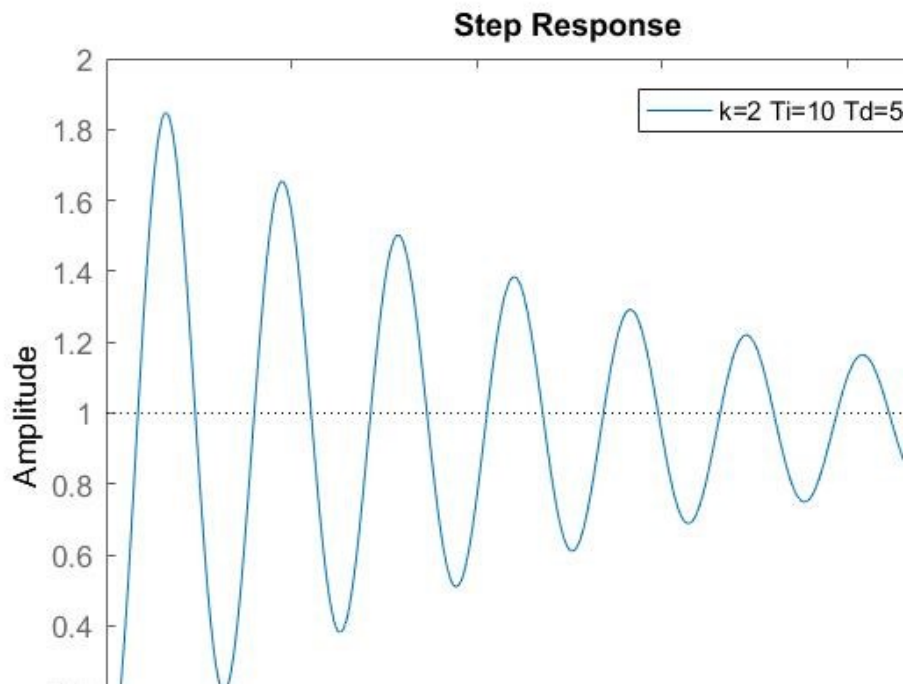
Zmiana samego parametru  $T_i$  nie pozwoliła nam uzyskać stabilności obiektu. Część całkująca I regulatora PID wprowadza ujemne przesunięcie fazowe, co zmniejsza zapas stabilności. Tak więc zmieniając tylko czas zdwojenia nie osiągniemy stabilności układu – aby część całkująca była użyteczna i sensowna w zastosowaniu, należy najpierw odpowiednio dobrać parametry części różniczkującej D. Dla zobrazowania wyników zamieszczamy wykresy dla dwóch skrajnych wartości parametru  $T_i$ .



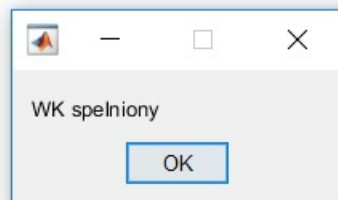
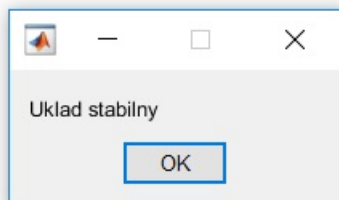


**d) Próba ustabilizowania obiektu przy pomocy regulacji czasem wyprzedzenia  $T_d$**

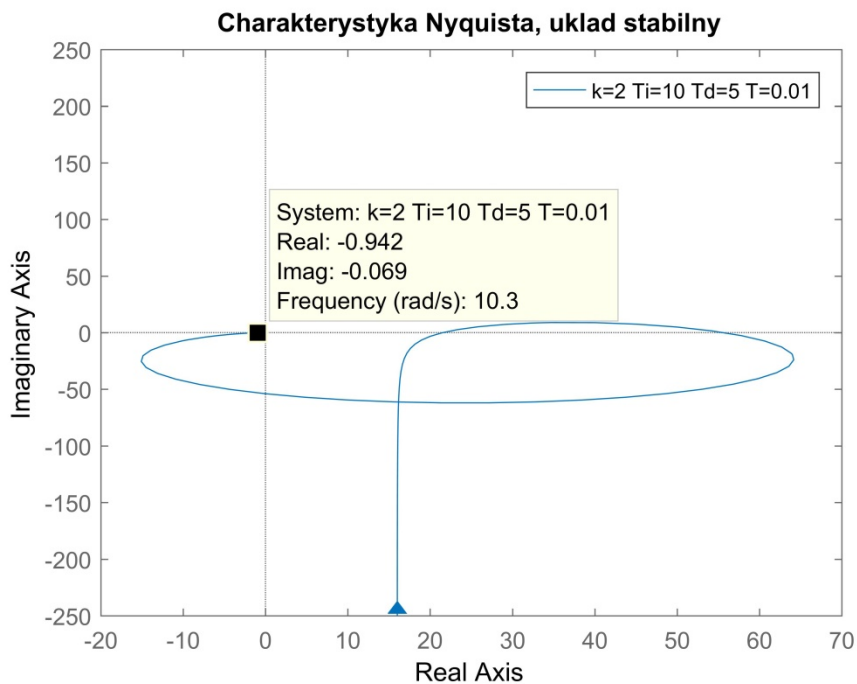
Część różniczkująca D wprowadza dodatnie przesunięcie fazowe, co zwiększa zapas fazy i prowadzi do osiągnięcia stabilności układu. Wychodząc od wyjściowych parametrów i stopniowo zmniejszając wartość  $T_d$  uzyskaliśmy stabilność dla parametru  $T_d = 9.6$ . Do zobrazowania wyników użyliśmy jednak innej wartości parametru, gdyż dla granicznej wartości poprawa była nieznaczna i słabo obrazująca wpływ zmiany parametrów części D regulatora.



Uchyb maleje z czasem i zbiega do zera, co świadczy o stabilności układu. Człon D poprawia zatem stabilność układu wprowadzając dodatnie przesunięcie fazowe.



Analiza układu przy pomocy kryterium Hurwitza potwierdziła stabilność układu.



Kryterium Nyquista również potwierdza powyższe obserwacje i wnioski, ponieważ charakterystyka nie obejmuje punktu  $(-1, j0)$ .

### 3. Wnioski z ćwiczenia

Dzięki powyższemu ćwiczeniu zapoznaliśmy się z podstawowymi metodami badania stabilności układów regulacji oraz sposobami ich implementacji w Matlabie. Dodatkowo poszerzyliśmy swoją wiedzę na temat regulatora PID oraz wpływie jego poszczególnych części na stabilność układu regulacji.