Stabilność zamkniętego układu regulacji

Wojciech Dziuba
Grupa 1b środa 9:30
24.04.2019

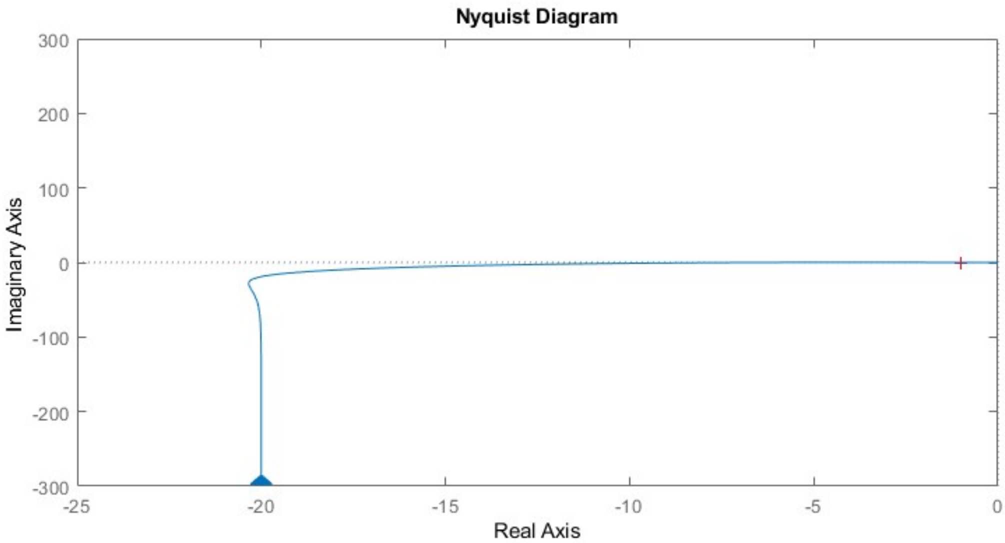
Transmitancja obiektu regulacji:

$$G_O(s) = \frac{10}{s^3 + 2s^2 + 2s + 1}$$

Transmitancja wykorzystywanego w ćwiczeniu regulatora PID:

$$G_{PID}(s) = k(1 + \frac{1}{T_i \cdot s} + \frac{T_d s}{Ts + 1})$$

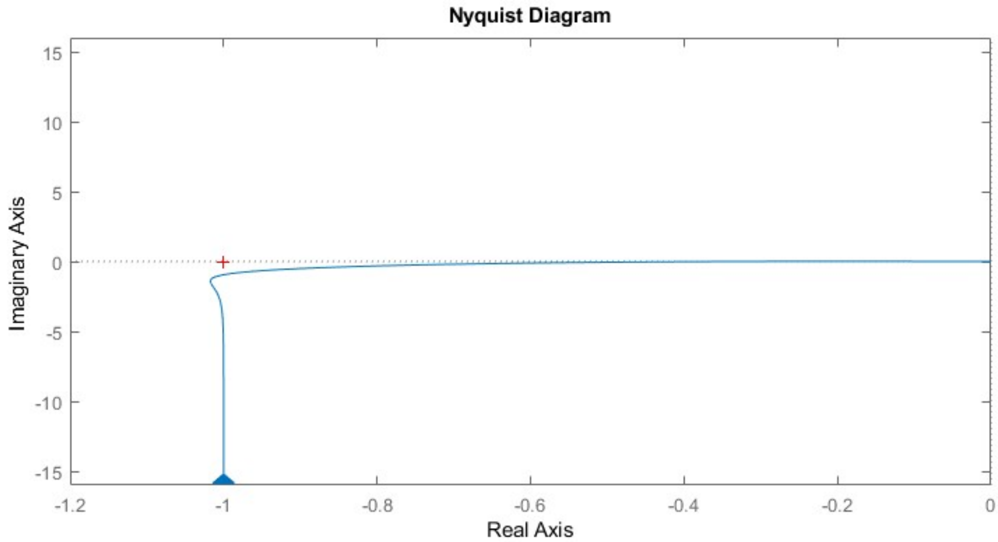
1. $\boldsymbol{Nastawy\ k = 2, T_i = 1, T_d = 0.5, T = 0.01}$



Rysunek 1. Charakterystyka Nyquista dla wartości początkowych

Brak stabilności układu dla wartości początkowych możemy z łatwością odczytać z wykresu charakterystyki nyquista po odpowiednim przybliżeniu na otoczenie punktu (-1,0j). Linia wykresu przechodzi powyżej tego punktu co oznacza że charakterystyka go objęła. Obserwacje potwierdza funkcja w programie MATLAB, która na podstawie kryterium Hurwitza dodatkowo sprawdza stabilność badanego układu.

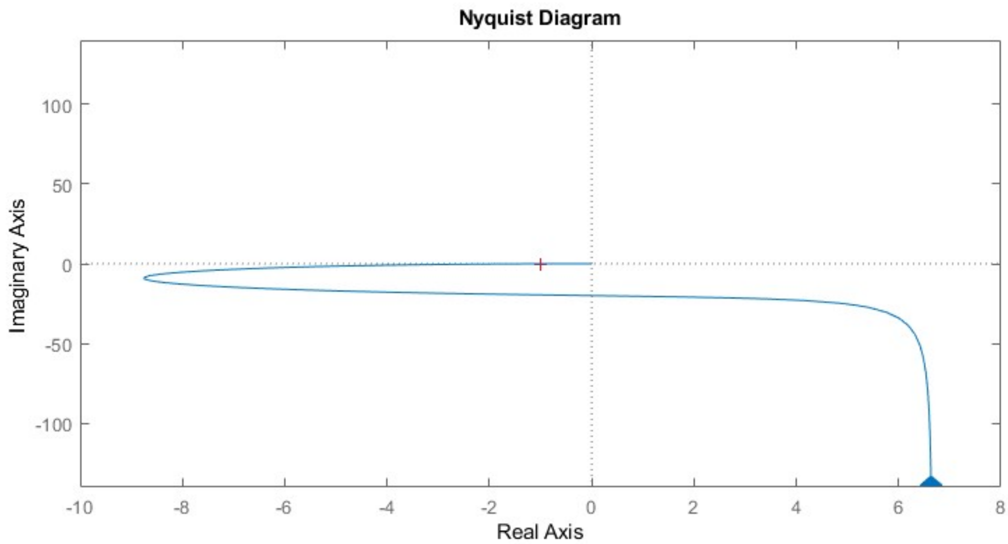
2. $Nastawy\ k = 0.01, T_i = 1, T_d = 0.5, T = 0.01$



Rysunek 2. Charakterystyka Nyquista po zmianie wartości parametru k = 2 na k =0.1

Po paru próbach udało się znaleźć taką wartość parametru k dla którego układ byłby stabilny. Na charakterystyce Nyquista doskonale widać że wykres przechodzi poniżej punktu (-1, 0j). Obserwacje potwierdza sprawdzenie stabilności za pomocą kryterium Hurwitza.

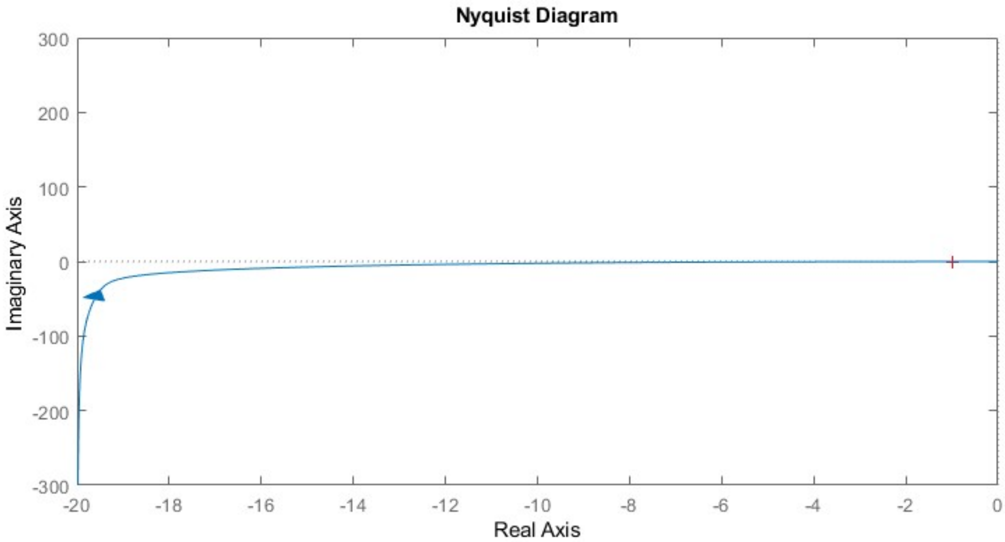
3. $Nastawy\ k = 2, T_i = 3, T_d = 0.5, T = 0.01$



Rysunek 3. Charakterystyka Nyquista po zmianie wartości parametru $T_i = 1$ *na* $T_i = 3$

W tym przypadku zmieniono wartość czasu zdwojenia T_i. Po paru próbach udało się znaleźć wartość parametru T_i dla którego wykres przechodzi, choć nieznacznie, pod punktem (-1, 0j) co oznacza stabilność tego układu. Obserwacje potwierdza sprawdzenie stabilności za pomocą kryterium Hurwitza w programie MATLAB.

4. $\boldsymbol{Nastawy\ k = 2, T_i = 1, T_d = 0.6, T = 0.01}$

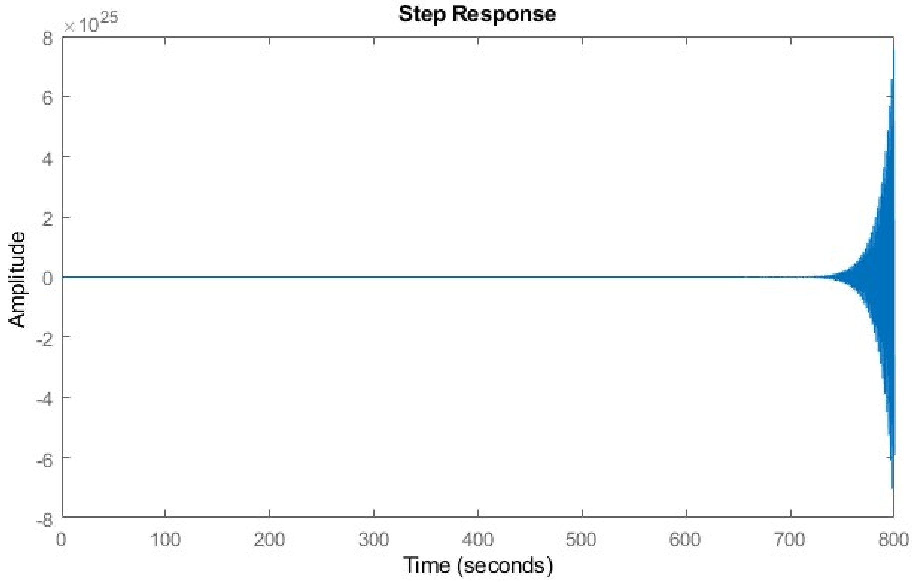


Rysunek 4. Charakterystyka Nyquista po zmianie wartości parametru $T_d = 0{,}5$ *na* $T_d = 0{,}6$

W przypadku zmiany parametru T_d już przy pierwszej próbie udało się uzyskać stabilny układ. Zamiana wartości parametru T_d na 0,6 z 0,5 nieznacznie obniżyła wartość urojoną w okolicy punktu (-1, 0j) co sprawiło że wykres przechodzi pod tym punktem. Obserwacje potwierdza sprawdzenie stabilności za pomocą kryterium Hurwitza w programie MATLAB.

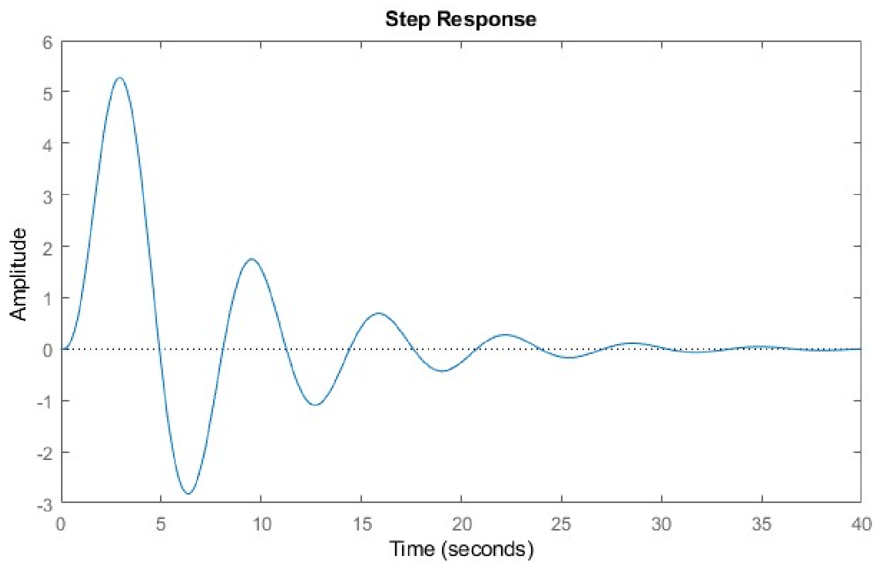
5. Odpowiedzi skokowe

Poniżej przedstawiono przykładowe odpowiedzi skokowe dla badanego układu w stanie niestabilnym i w stanie stabilnym po zmianie wartości parametru k.



Rysunek 5. Odpowiedź skokowa układu niestabilnego dla wartości początkowej parametrów PID

Jak widać na charakterystyce po pewnym czasie układ zaczyna silnie oscylować.



Rysunek 6. Odpowiedź skokowa układu stabilnego dla k = 0.1

Jak widać na wykresie układ jest stabilny i występujące w nim oscylacje bardzo szybko ustępują.