

## Stabilność zamkniętego układu regulacji.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z badaniem stabilności zamkniętego układu regulacji automatycznej z wykorzystaniem: kryterium Nyquista oraz kryterium Hurwitza. Rozważmy zamknięty układ regulacji składający

się z obiektu o transmitancji  $G_o(s) = \frac{10}{s^3 + 2s^2 + 2s + 1}$  oraz regulatora PID o transmitancji:

$G_r(s) = k \left( I + \frac{I}{T_i s} + \frac{T_d s}{T_s + I} \right)$ . Nastawy regulatora należy przyjąć na początku następujące:

$k = 2$ ,  $T_i = 1$  [s],  $T_d = 0.5$  [s],  $T = 0.01$  [s] ( **UWAGA** : wartości  $T$  nie zmieniać w trakcie - jest to nastawa, tylko stała cecha konstrukcyjna regulatora )

**UWAGA:** W celu ułatwienia wykonania zadania można zbudować krótkie procedury np. wyznaczające transmitancję układu otwartego i rysujące wykres Nyquista lub wyznaczające transmitancję układu zamkniętego i sprawdzające spełnienie kryterium Hurwitza. Argumentami wejściowymi procedur powinny być nastawy regulatora. W MATLAB-ie są dostępne instrukcje warunkowe: np. **if ... else ... end** ; ( zob. help ) . Do wyprowadzania komunikatów można użyć instrukcji **msgbox** , np. **msgbox ( 'układ stabilny!' )** . Pierwsza znacząca linia procedury typu „function” w MATLAB - ie musi mieć następującą postać: **function[ lista argumentów wyjściowych ] = nazwa ( lista argumentów wejściowych )** . Argumenty we/wy są opcjonalne. Przykładowo: pierwsza linia procedury do badania stabilności metodą Hurwitza może mieć postać: **function[] = hurwitz ( k , Ti , Td )** .

### Wykonanie ćwiczenia.

1. zapisać transmitancję obiektu.
2. zapisać transmitancję regulatora ze zdefiniowaniem jego parametrów.
3. wyznaczyć transmitancję układu otwartego przy pomocy funkcji **series**.

#### • Badanie stabilności z wykorzystaniem kryterium Nyquista:

1. wyznaczyć wykres Nyquista dla układu otwartego: przy pomocy instrukcji **nyquist** . W razie potrzeby przeskalować.
2. Jeśli układ jest niestabilny, opisać wykres używając **title** i charakterystykę układu niestabilnego zapisać do wydrukowania. Następnie przyjąć nowe nastawy regulatora, które będą mogły zapewnić stabilność i powtórzyć czynności 2 - 5 aż do uzyskania stabilności układu zamkniętego. Po uzyskaniu stabilnego układu zamkniętego wykres Nyquista zapisać. Stabilizować należy zmieniając tylko jedną nastawę regulatora, i nie zmieniając pozostałych. Przy zmianie nastaw kierować się przebiegiem ch-ki Nyquista układu otwartego. Łącznie mają być trzy przykłady ustabilizowania , po 1 przykładzie dla każdego parametru.

#### • Badanie stabilności z wykorzystaniem kryterium Hurwitza:

1. Wyznaczyć transmitancję układu zamkniętego przy pomocy funkcji **cloop**: **[ lz , mz ] = cloop ( lotw , motw , -1 )**;
2. Mając zdefiniowaną transmitancję układu zamkniętego zdefiniować wszystkie podwyznaczniki Hurwitza: **h1= [ ... ] , h2 = [ ... ] , h3 = [ ... ]**. Zapis tablicy dwuwymiarowej w MATLAB-ie ma następującą postać: elementy wiersza oddzielamy spacją lub przecinkiem, przejście do nowego wiersza: średnik „;” .
3. Wyliczyć wartości podwyznaczników przy pomocy instrukcji **det**. Sprawdzić ich znak ( można użyć instrukcji **sign** ). W razie stwierdzenia niestabilności kolejność postępowania jest analogiczna jak w przypadku kryterium Nyquista. ( tak zmieniamy nastawy regulatora, aby otrzymać układ stabilny ).

**UWAGA:** W sprawozdaniu zamieścić też dwa przykłady odpowiedzi skokowej układu zamkniętego: dla układu stabilnego i dla układu niestabilnego.

☺ UWAGA: Nie zabierać tej instrukcji !!! ☺