



WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI I INFORMATYKI  
INSTYTUT AUTOMATYKI I INFORMATYKI  
KIERUNEK AUTOMATYKA I ROBOTYKA  
STUDIA STACJONARNE I STOPNIA

PRZEDMIOT : : LABORATORIUM PODSTAW AUTOMATYKI

**4. Charakterystyki częstotliwościowe podstawowych obiektów dynamicznych**

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z charakterystykami częstotliwościowymi (odpowiedziami obiektu na wymuszenie sinusoidalne) podstawowych obiektów dynamicznych. Ćwiczenie ma być wykonane drogą symulacji w środowisku MATLAB. Należy zbadać odpowiedzi obiektów takich jak:

- obiekt inercyjny I rzędu  $G(s) = \frac{k}{Ts+1}$
- obiekt inercyjny II rzędu  $G(s) = \frac{k}{T_1T_2s^2+(T_1+T_2)s+1}$
- obiekt oscylacyjny II rzędu  $G(s) = \frac{k}{T^2s^2+2\xi Ts+1}$
- obiekt całkujący z inercją I rzędu  $G(s) = \frac{k}{T_i s(Ts+1)}$
- obiekt różniczkujący rzeczywisty  $G(s) = \frac{T_d s}{Ts+1}$
- obiekt inercyjny I rzędu z opóźnieniem  $G(s) = \frac{e^{-s\theta}}{Ts+1}$

na wymuszenie sinusoidalne postaci  $A \sin(\omega t)$ :



dla częstotliwości  $\omega$  zmieniającej się w zakresie  $[0, \infty)$ , gdzie  $A$  jest amplitudą a  $\varphi$  fazą

## 1. Zapis transmitancji w MATLABIE

Transmitancja jest reprezentowana przez dwa wektory, zawierające współczynniki jej licznika i mianownika (w kolejności od najwyższej potęgi „s”). Sposób zapisu powyższych obiektów jest podany w tabeli:

Transmitancja	Licznik transmitancji	Mianownik transmitancji
$G(s) = \frac{k}{Ts + 1}$	licznik = [0,k]	mianownik = [T,1]
$G(s) = \frac{k}{T_1T_2s^2 + (T_1 + T_2)s + 1}$	licznik = [0,0,k]	mianownik = [T1*T2,T1+T2,1]
$G(s) = \frac{k}{T^2s^2 + 2\xi Ts + 1}$	licznik = [0,0,k]	mianownik = [T^2,2*ksi*T,1]
$G(s) = \frac{k}{T_i s(Ts + 1)}$	licznik = [0,k]	mianownik = [T*Ti,Ti,0]
$G(s) = \frac{T_d s}{Ts + 1}$	licznik = [Td,0]	mianownik = [T,1]
$G(s) = \frac{e^{-s\theta}}{Ts + 1}$	Patrz LAB 03	Patrz LAB 03

Uwaga: należy stosować zapis z użyciem zmiennych symbolicznych (T, k, itp.) po wcześniejszym przypisaniu im konkretnych wartości liczbowych.

## 2. Wyznaczanie charakterystyk częstotliwościowych

Do wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych należy wykorzystać następujące funkcje:

**bode(licz, mian)** ; charakterystyka amplitudowa i fazowa (wykres Bodego)

**nyquist(licz, mian)** ; charakterystyka amplitudowo – fazowa (wykres Nyquista)

Jeżeli funkcje te nie zawierają argumentów wyjściowych (tak jak powyżej) to automatycznie generowany jest wykres odpowiedniej charakterystyki.

W przypadku wykresu Bodego, jeżeli funkcja ma argumenty wyjściowe postaci:

```
[A,F] = bode(licz, mian, omega) ;
```

to otrzymuje się wektory amplitudy (A) i fazy (F) dla częstotliwości zdefiniowanej w wektorze **omega**.

Wektor **omega** powinien zawierać częstotliwości w skali logarytmicznej – można go łatwo utworzyć za pomocą funkcji LOGSPACE:

```
omega = logspace(D1, D2, N) ;
```

która generuje wektor  $N$  równomiernie rozłożonych punktów (w skali logarytmicznej) pomiędzy dekadami  $10_{D1}$  a  $10_{D2}$  (np.  $D1 = -2$ ,  $D2 = 2$ ).

Aby otrzymać  $A$  w decybelach należy podstawić:

$$A_{db} = 20 * \log_{10}(A);$$

Wykres w skali logarytmicznej na osi x tworzy się za pomocą funkcji SEMILOGX:

$$\text{semilogx}(\omega, A_{db});$$

W przypadku wykresu Nyquista, jeżeli funkcja ma argumenty wyjściowe postaci:

$$[Re, Im] = \text{nyquist}(licz, mian);$$

otrzymuje się wektory części rzeczywistych (Re) i urojonych (Im) transmitancji widmowej dla częstotliwości z zakresu  $[0, \infty)$ .

Można je narysować następująco:

$$\text{plot}(Re(:), Im(:));$$

**Uwaga:** otrzymamy w ten sposób wykres charakterystyki amplitudowo – fazowej jedynie dla dodatnich częstotliwości.

### 3. Sprawozdanie

W sprawozdaniu należy zamieścić rysunki charakterystyk częstotliwościowych dla każdego z wymienionych obiektów. W jednym oknie graficznym mają się znaleźć trzy wykresy (wykres Nyquista i para wykresów Bodego). Do tego celu trzeba wykorzystać funkcję **subplot**. Dla obiektu oscylacyjnego należy wykonać wykresy dla współczynnika tłumienia  $\zeta$  większego i mniejszego od 1. Cały program powinien być zrealizowany w jednym m-pliku.

Dodatkowo, należy zinterpretować uzyskane wykresy, tzn. wyjaśnić jakie informacje o obiekcie można odczytać z wykresów Bodego i Nyquista.

Poniżej przedstawione są przykładowe charakterystyki dla obiektu inercyjnego II rzędu.

