

Sprawozdanie - WEAIIB			
Podstawy automatyki			
Ćwiczenie 2: Charakterystyki częstotliwościowe obiektów			
Czwartek godz.	14.30	Data wykonania:	16.03.2023
Imię i nazwisko:	Janusz Pawlicki	Data zaliczenia:	
		Ocena:	

1. Wstęp

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z charakterystykami częstotliwościowymi podstawowych obiektów dynamicznych. Podczas ćwiczenia należy zbadać charakterystyki częstotliwościowe tych samych obiektów, które były badane podczas poprzedniego ćwiczenia.



Rys. 1 Wymuszenie sinusoidalne postaci $A \sin(\omega t)$ na obiekt (charakterystyka częstotliwościowa)

Badane będą następujące dwa podstawowe typy charakterystyk częstotliwościowych:

- **Charakterystyka częstotliwościowa amplitudowo - fazowa.** Jest ona wykreślana na płaszczyźnie zespolonej i jest ona miejscem geometrycznym końca wektora, którego współrzędnymi są: $\text{Re}(G(j\omega))$ oraz $\text{Im}(G(j\omega))$ przy zmianie pulsacji ω w zakresie od zera do nieskończoności, gdzie $G(j\omega)$ jest transmitancją widmową obiektu.
- **Charakterystyka częstotliwościowa logarytmiczna modułu i fazy.** Są to wykresy modułu i fazy transmitancji widmowej $G(j\omega)$ w funkcji pulsacji ω , przy czym zmienna niezależna ω jest podana w skali logarytmicznej (tj. w równych odstępach np. 0.1 1 10 ...). Moduł transmitancji jest podawany w decybelach [dB], czyli jest on równy $20 \log(|G(j\omega)|)$, faza jest podawana w stopniach.

2 Przebieg laboratorium

2.1 Inercyjny I rzędu

$$G(s) = \frac{k}{Ts + 1}$$

```

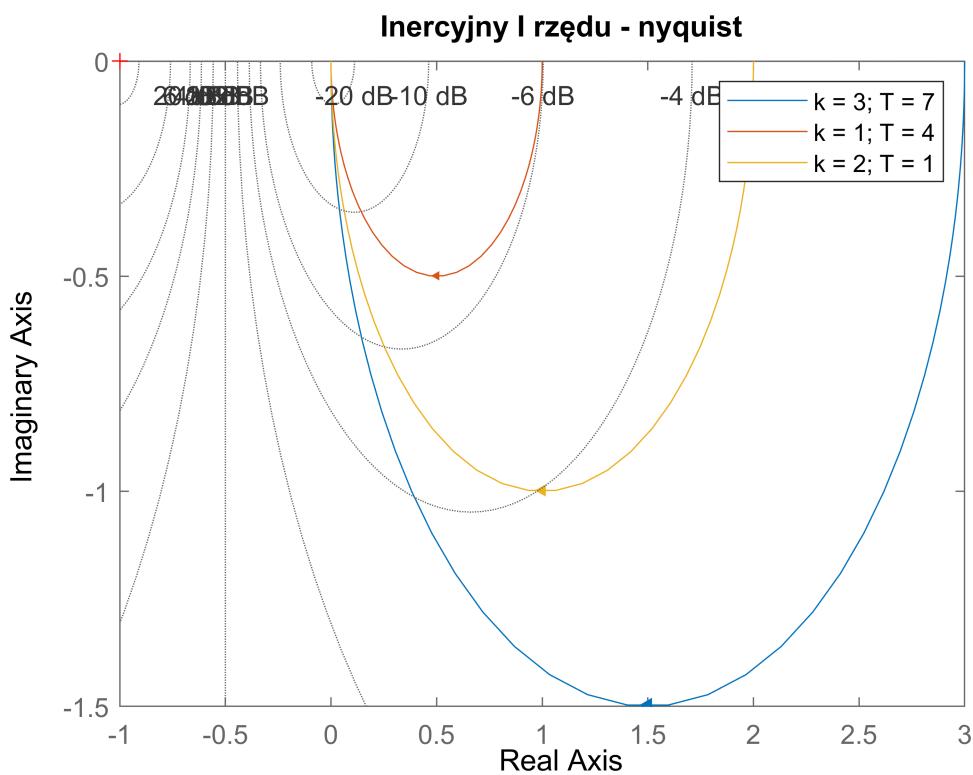
k = 3;
T = 7;
k1 = 1;
T1 = 4;
k2 = 2;
T2 = 1;
  
```

```

licz = [0, k];
mian = [T, 1];
licz1 = [0, k1];
mian1 = [T1, 1];
licz2 = [0, k2];
mian2 = [T2, 1];

G = tf(licz, mian);
plotoptions = nyquistoptions('cstprefs');
plotoptions.ShowFullContour = 'off';
nyquist(G, plotoptions);
hold on
nyquist(licz1, mian1);
nyquist(licz2, mian2);
title('Inercyjny I rzędu - nyquist')
legend('k = 3; T = 7', 'k = 1; T = 4', 'k = 2; T = 1')
grid on;
hold off;

```

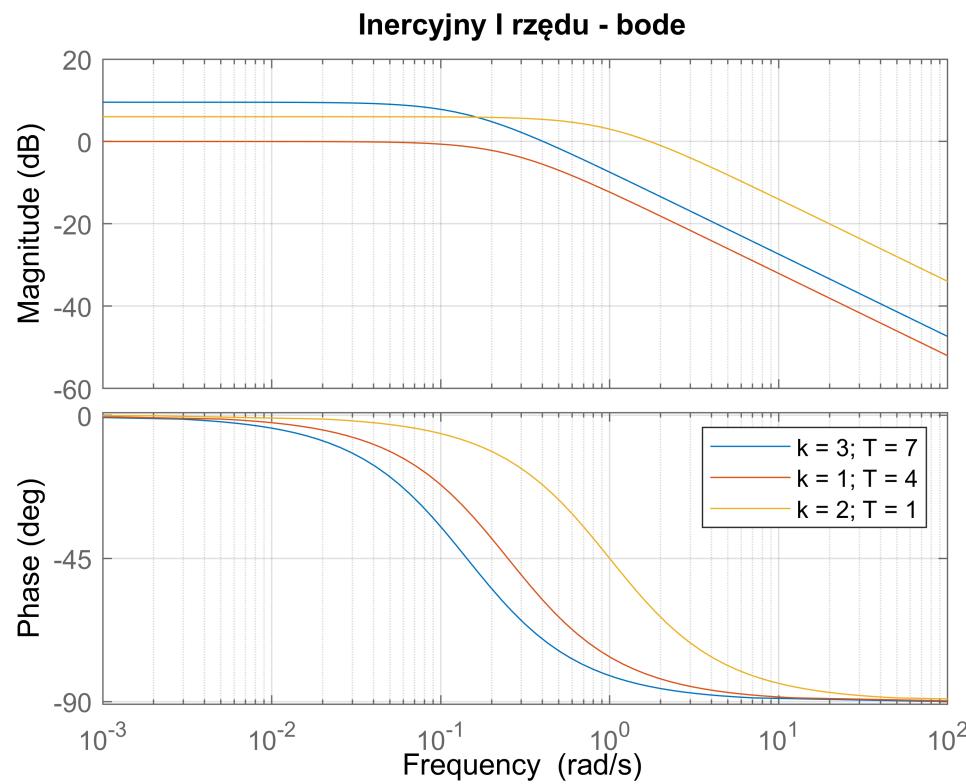


```

bode(licz, mian);
hold on;
bode(licz1, mian1);
bode(licz2, mian2);
title('Inercyjny I rzędu - bode')
legend('k = 3; T = 7', 'k = 1; T = 4', 'k = 2; T = 1')
grid on;

```

```
hold off;
```



2.2 Inercyjny II rzędu

$$G(s) = \frac{k}{T_1 T_2 s^2 + (T_1 + T_2)s + 1}$$

```
clear
k = 3;
T1 = 7;
T2 = 4;

k1 = 1;
T11 = 4;
T21 = 8;

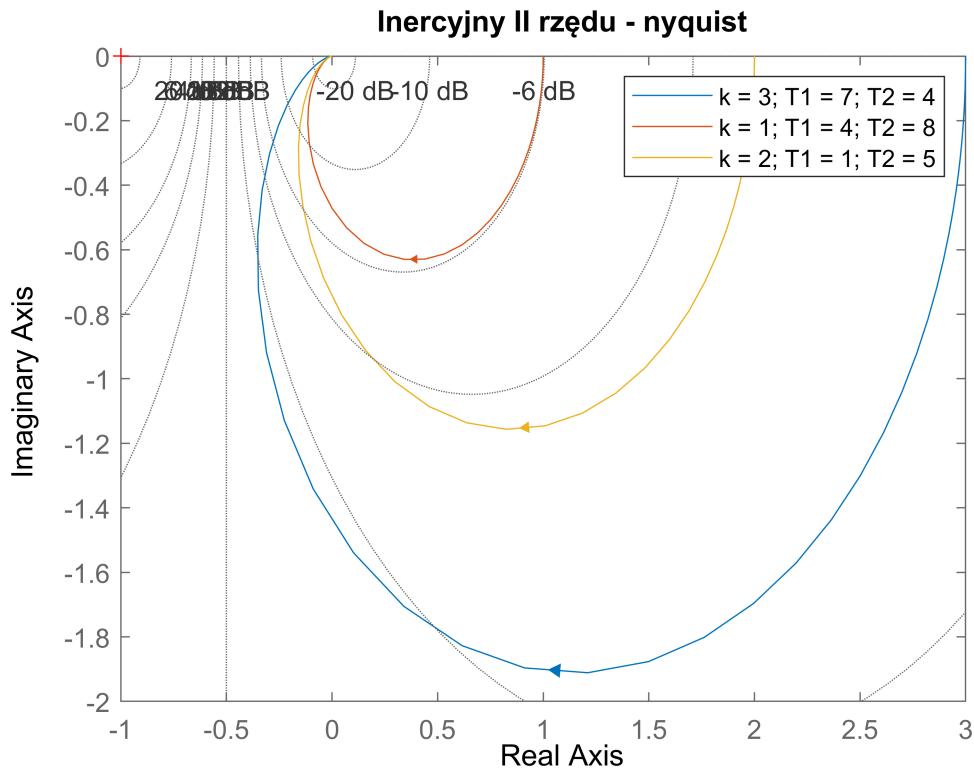
k2 = 2;
T111 = 1;
T211 = 5;

licz = [0, 0, k];
mian = [T1 * T2, T1 + T2, 1];
licz1 = [0, 0, k1];
mian1 = [T11 * T21, T11 + T21, 1];
licz2 = [0, 0, k2];
mian2 = [T111 * T211, T111 + T211, 1];
```

```

G = tf(licz, mian);
plotoptions = nyquistoptions('cstprefs');
plotoptions.ShowFullContour = 'off';
nyquist(G, plotoptions);
hold on
nyquist(licz1, mian1);
nyquist(licz2, mian2);
title('Inercyjny II rzędu - nyquist')
legend('k = 3; T1 = 7; T2 = 4', 'k = 1; T1 = 4; T2 = 8', 'k = 2; T1 = 1; T2 = 5')
grid on;
hold off;

```

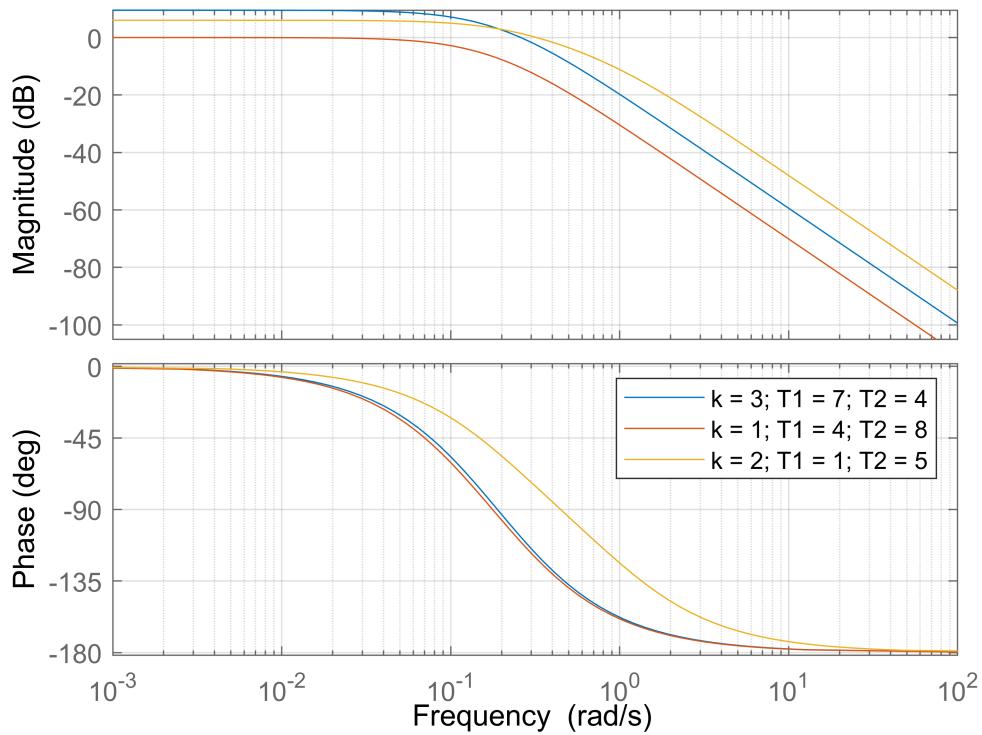


```

bode(licz, mian);
hold on;
bode(licz1, mian1);
bode(licz2, mian2);
title('Inercyjny II rzędu - bode')
legend('k = 3; T1 = 7; T2 = 4', 'k = 1; T1 = 4; T2 = 8', 'k = 2; T1 = 1; T2 = 5')
grid on;
hold off;

```

Inercyjny II rzędu - bode



2.3 Inercyjny II rzędu (inna postać)

$$G(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1}$$

```
clear

k = 3;
T = 7;
k1 = 1;
T1 = 4;
k2 = 2;
T2 = 1;
ksi0 = 0;
ksi1 = 0.7;
ksi2 = 1;
ksi3 = 1.3;

%Układ oscylacyjny nietłumiony

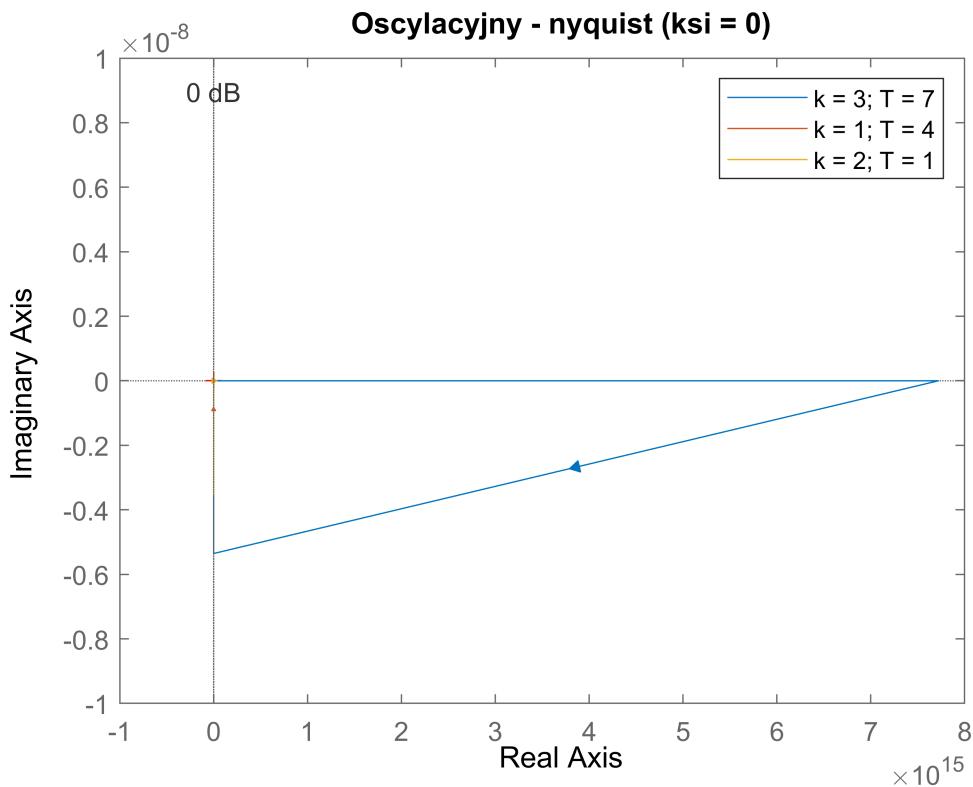
licz = [0, 0, k];
mian = [T^2 ,2*ksi0*T ,1];
licz1 = [0, 0, k1];
mian1 = [T1^2 ,2*ksi0*T1 ,1];
licz2 = [0, 0, k2];
```

```

mian2 = [T2^2 ,2*k10*T2 ,1];

G = tf(licz, mian);
plotoptions = nyquistoptions('cstprefs');
plotoptions.ShowFullContour = 'off';
nyquist(G, plotoptions);
hold on
nyquist(licz1, mian1);
nyquist(licz2, mian2);
legend('k = 3; T = 7', 'k = 1; T = 4', 'k = 2; T = 1')
grid on;
title('Oscylacyjny - nyquist (ksi = 0)')
hold off

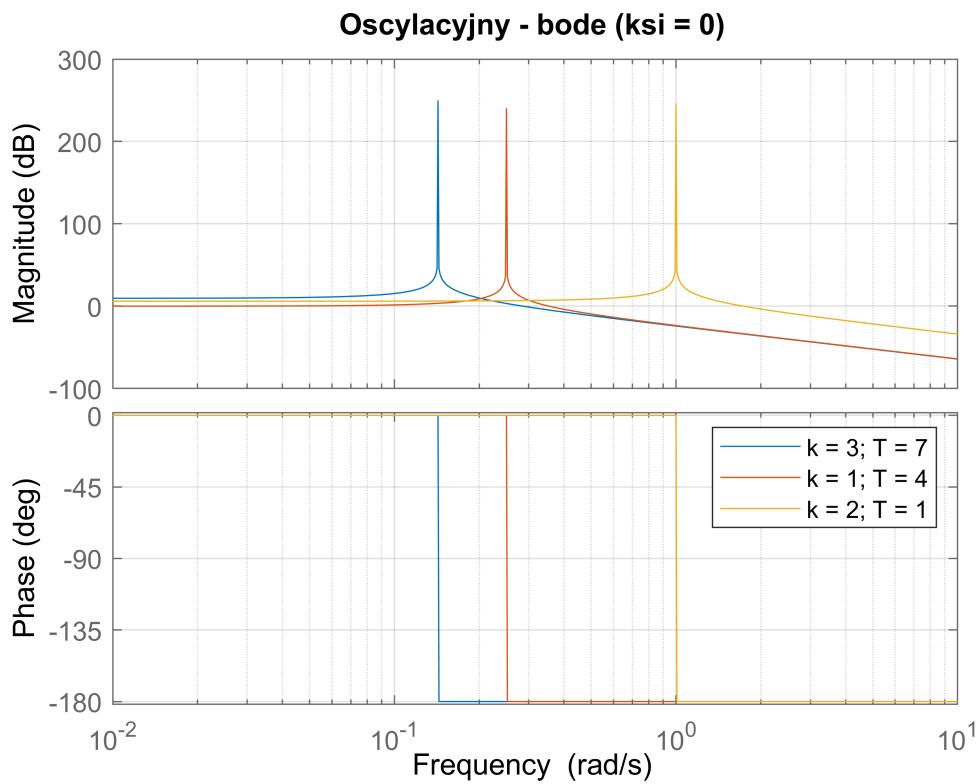
```



```

bode(licz, mian)
hold on
bode(licz1, mian1)
bode(licz2, mian2)
legend('k = 3; T = 7', 'k = 1; T = 4', 'k = 2; T = 1')
grid on;
title('Oscylacyjny - bode (ksi = 0)')
hold off

```



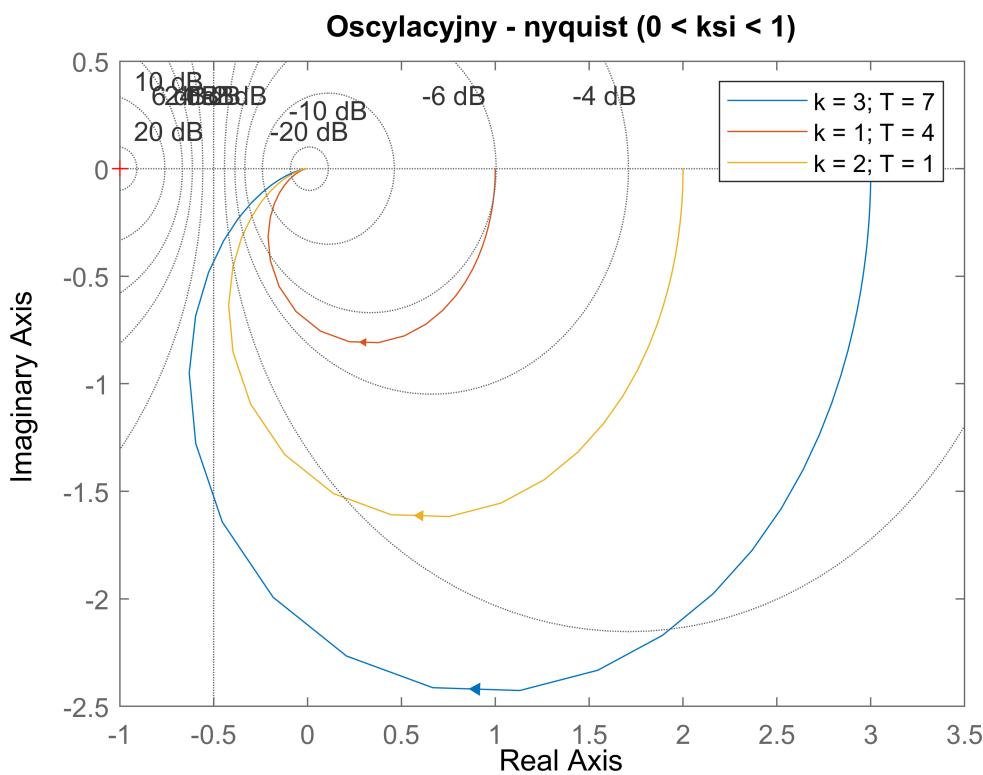
```
% Układ oscylacyjny tłumiony
```

```

licz3 = [0, 0, k];
mian3 = [T^2 ,2*k*1*T ,1];
licz4 = [0, 0, k1];
mian4 = [T1^2 ,2*k1*T1 ,1];
licz5 = [0, 0, k2];
mian5 = [T2^2 ,2*k2*T2 ,1];

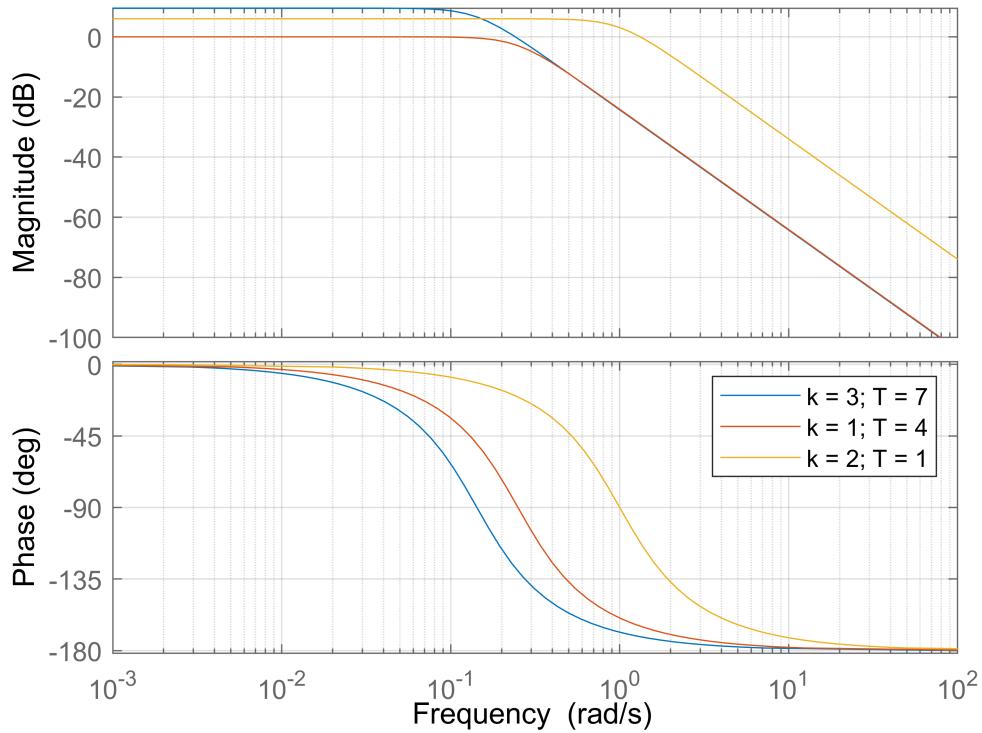
G = tf(licz3, mian3);
plotoptions = nyquistoptions('cstprefs');
plotoptions.ShowFullContour = 'off';
nyquist(G, plotoptions);
hold on
nyquist(licz4, mian4)
nyquist(licz5, mian5)
legend('k = 3; T = 7', 'k = 1; T = 4', 'k = 2; T = 1')
grid on;
title('Oscylacyjny - nyquist (0 < ksi < 1)')
hold off

```



```
bode(licz3, mian3)
hold on
bode(licz4, mian4)
bode(licz5, mian5)
legend('k = 3; T = 7', 'k = 1; T = 4', 'k = 2; T = 1')
grid on;
title('Oscylacyjny - bode (0 < \xi < 1)')
hold off
```

Oscylacyjny - bode ($0 < \xi < 1$)



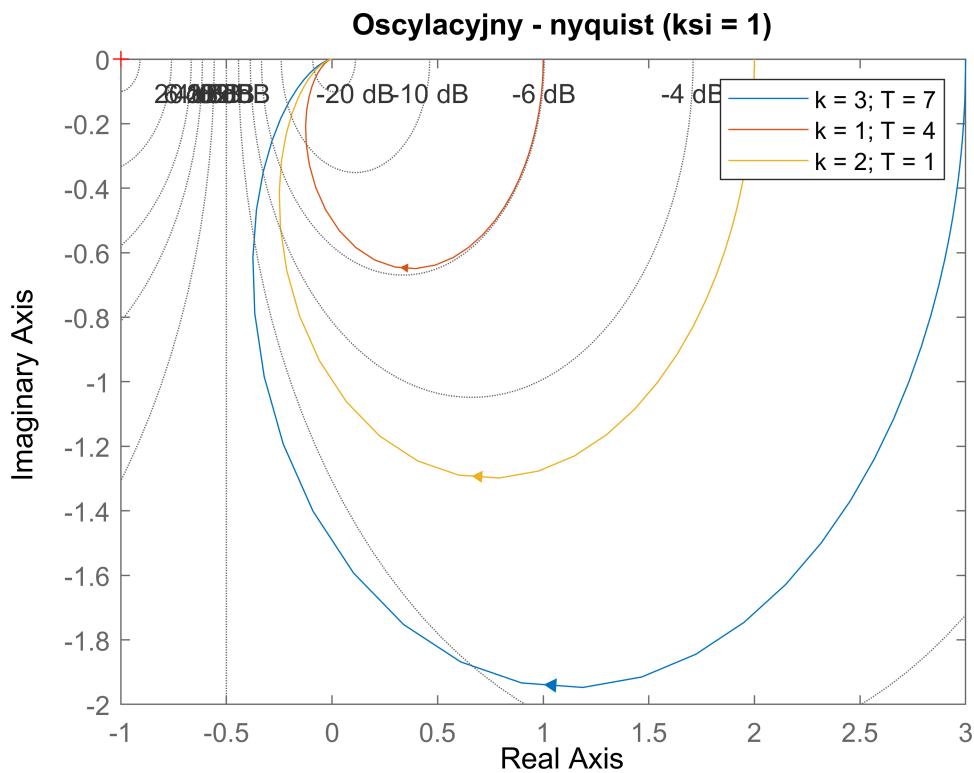
```
% Układ aperiodyczny krytyczny
```

```

licz6 = [0, 0, k];
mian6 = [T^2 ,2*k*2*T ,1];
licz7 = [0, 0, k1];
mian7 = [T1^2 ,2*k1*2*T1 ,1];
licz8 = [0, 0, k2];
mian8 = [T2^2 ,2*k2*2*T2 ,1];

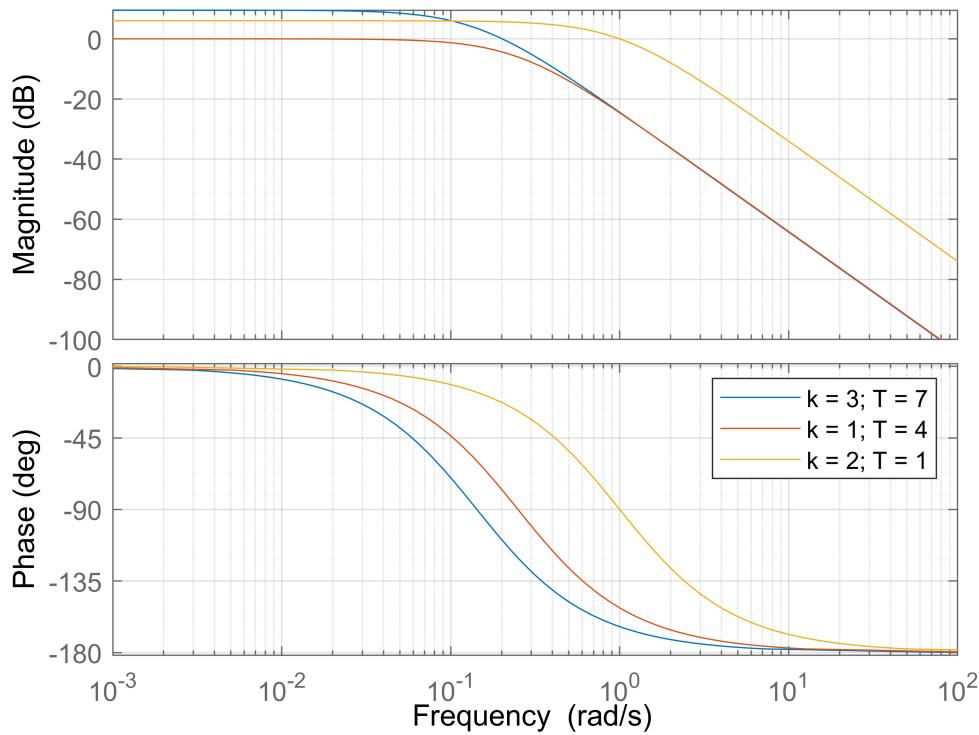
G = tf(licz6, mian6);
plotoptions = nyquistoptions('cstprefs');
plotoptions.ShowFullContour = 'off';
nyquist(G, plotoptions);
hold on
nyquist(licz7, mian7)
nyquist(licz8, mian8)
legend('k = 3; T = 7', 'k = 1; T = 4', 'k = 2; T = 1')
grid on;
title('Oscylacyjny - nyquist (ksi = 1)')
hold off

```



```
bode(licz6, mian6)
hold on
bode(licz7, mian7)
bode(licz8, mian8)
legend('k = 3; T = 7', 'k = 1; T = 4', 'k = 2; T = 1')
grid on;
title('Oscylacyjny - bode (ksi = 1)')
hold off
```

Oscylacyjny - bode (ksi = 1)



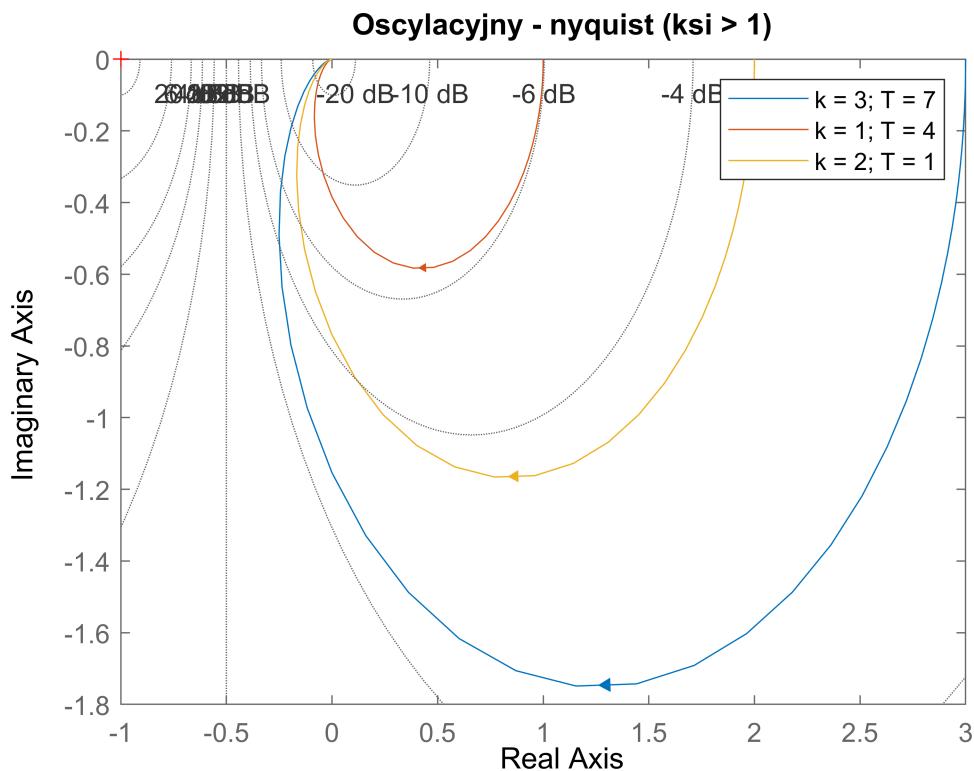
% Układ aperiodyczny

```

licz9 = [0, 0, k];
mian9 = [T^2 ,2*kpi3*T ,1];
licz10 = [0, 0, k1];
mian10= [T1^2 ,2*kpi3*T1 ,1];
licz11 = [0, 0, k2];
mian11= [T2^2 ,2*kpi3*T2 ,1];

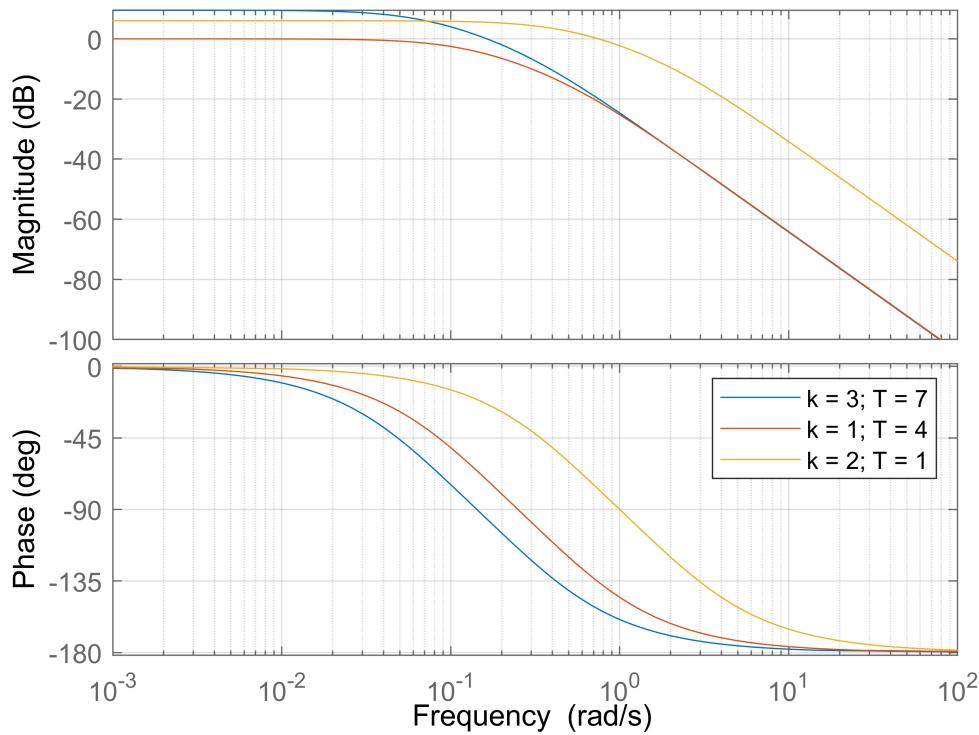
G = tf(licz9, mian9);
plotoptions = nyquistoptions('cstprefs');
plotoptions.ShowFullContour = 'off';
nyquist(G, plotoptions);
hold on
nyquist(licz10, mian10)
nyquist(licz11, mian11)
legend('k = 3; T = 7', 'k = 1; T = 4', 'k = 2; T = 1')
grid on;
title('Oscylacyjny - nyquist (ksi > 1)')
hold off

```



```
bode(licz9, mian9)
hold on
bode(licz10, mian10)
bode(licz11, mian11)
legend('k = 3; T = 7', 'k = 1; T = 4', 'k = 2; T = 1')
grid on;
title('Oscylacyjny - bode (ksi > 1)')
hold off
```

Oscylacyjny - bode (ksi > 1)



2.4 Całkujący rzeczywisty

$$G(s) = \frac{T_d s}{Ts + 1}$$

```

k = 3;
T = 7;
Ti = 5;
k1 = 1;
T1 = 4;
Ti1 = 8;
k2 = 2;
T2 = 1;
Ti2 = 4;

licz = [0, 0, k];
mian = [T * Ti, Ti, 0];
licz1 = [0, 0, k1];
mian1 = [T1 * Ti1, Ti1, 0];
licz2 = [0, 0, k2];
mian2 = [T2 * Ti2, Ti2, 0];

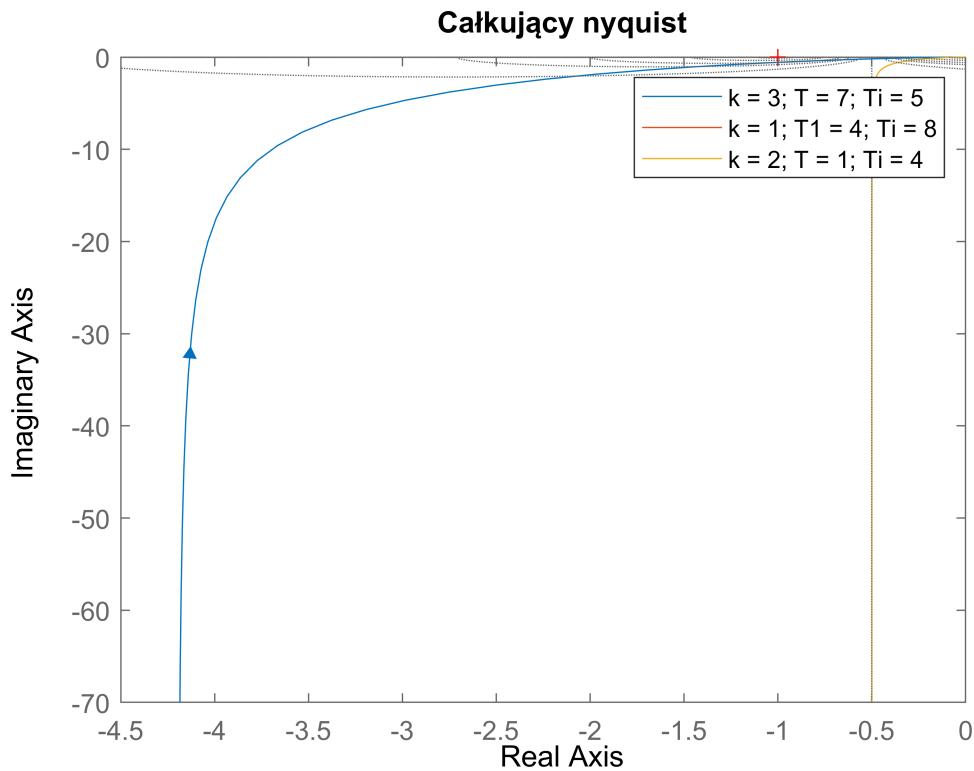
G = tf(licz, mian);
plotoptions = nyquistoptions('cstprefs');
plotoptions.ShowFullContour = 'off';
nyquist(G, plotoptions);
hold on

```

```

nyquist(licz1, mian1);
nyquist(licz2, mian2);
title('Całkujący nyquist')
legend('k = 3; T = 7; Ti = 5', 'k = 1; T1 = 4; Ti = 8', 'k = 2; T = 1; Ti = 4')
grid on;
hold off

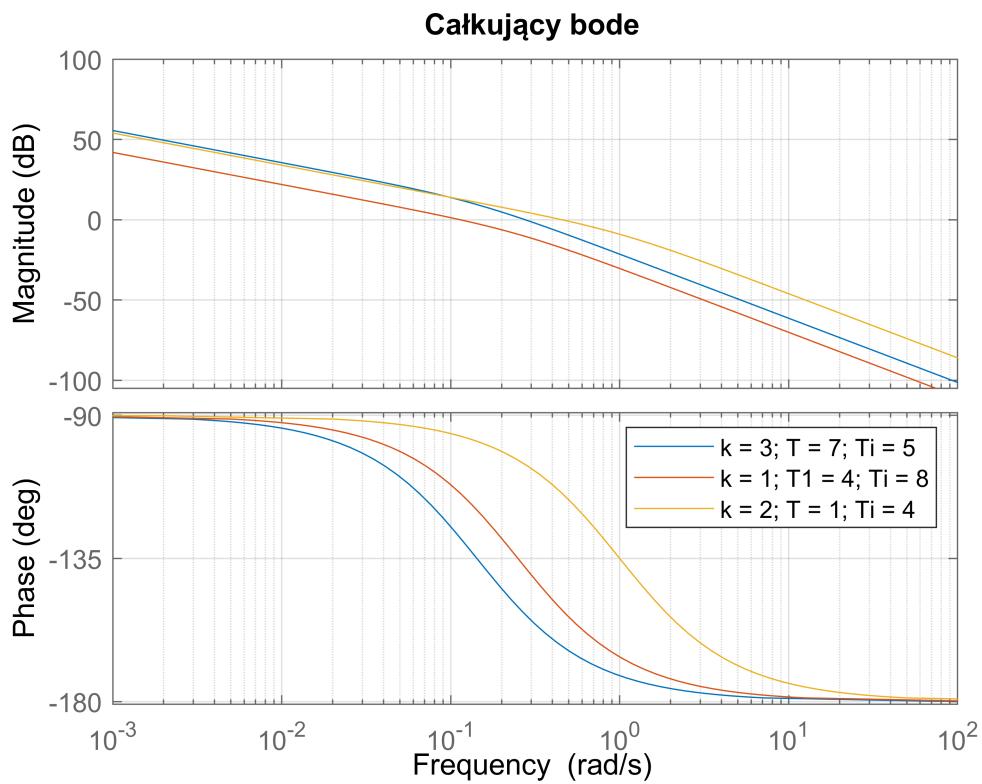
```



```

bode(licz, mian)
hold on
bode(licz1, mian1)
bode(licz2, mian2)
title('Całkujący bode')
legend('k = 3; T = 7; Ti = 5', 'k = 1; T1 = 4; Ti = 8', 'k = 2; T = 1; Ti = 4')
grid on;
hold off

```



2.5 Różniczkujący rzeczywisty

$$G(s) = \frac{T_d s}{Ts + 1}$$

```

T = 7;
Td = 4;
T1 = 4;
Td1 = 8;
T2 = 3;
Td2 = 5;

licz = [Td, 0];
mian = [T, 1];
licz1 = [Td1, 0];
mian1 = [T1, 1];
licz2 = [Td2, 0];
mian2 = [T2, 1];

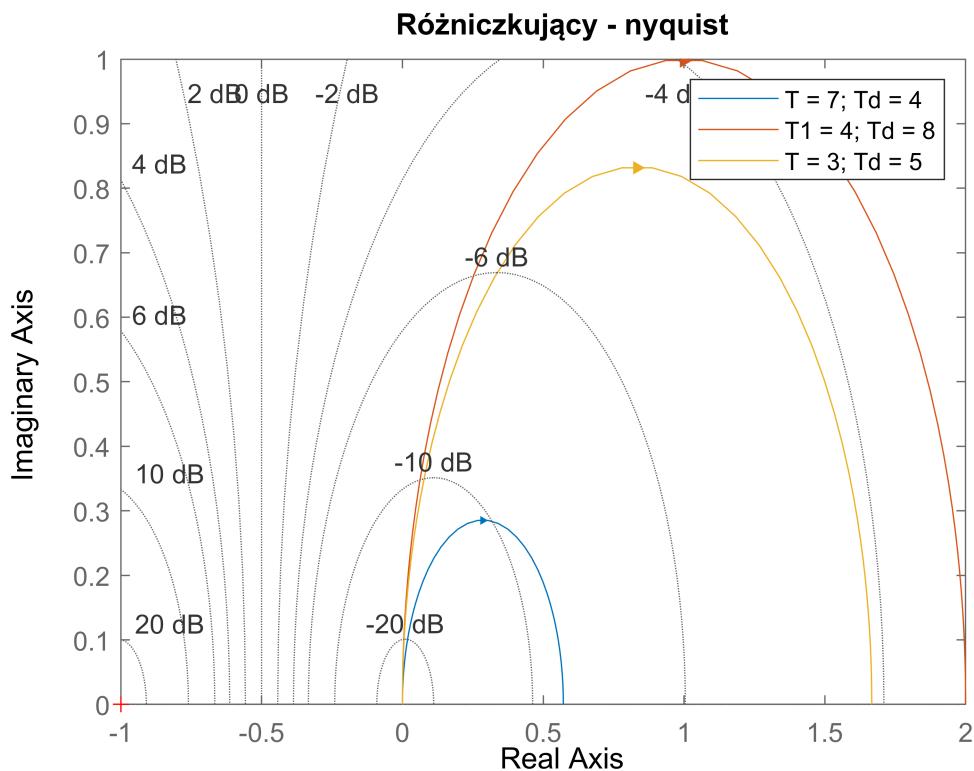
G = tf(licz, mian);
plotoptions = nyquistoptions('cstprefs');
plotoptions.ShowFullContour = 'off';
nyquist(G, plotoptions);
hold on
nyquist(licz1, mian1);
nyquist(licz2, mian2);
legend('T = 7; Td = 4', 'T1 = 4; Td = 8', 'T = 3; Td = 5')

```

```

title('Różniczkujący - nyquist')
grid on;
hold off

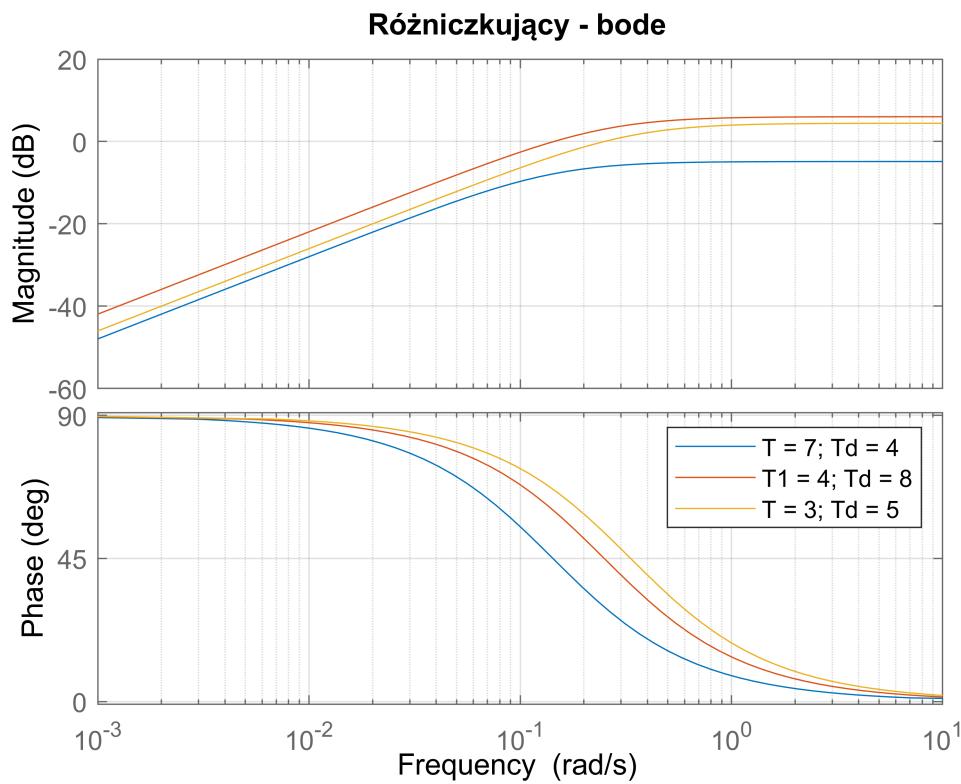
```



```

bode(licz, mian)
hold on
bode(licz1, mian1)
bode(licz2, mian2)
legend('T = 7; Td = 4', 'T1 = 4; Td = 8', 'T = 3; Td = 5')
title('Różniczkujący - bode')
grid on;
hold off

```



2.6 Inercyjny I rzędu z opóźnieniem

$$G(s) = \frac{e^{-s\theta}}{Ts + 1}$$

```

n = 5;

k = 3;
T = 7;
theta = 2.5;
k1 = 1;
T1 = 4;
theta1 = 4.5;
k2 = 2;
T2 = 5;
theta2 = 3.5;

[licz_op, mian_op] = pade(theta, n);
[licz_op1, mian_op1] = pade(theta1, n);
[licz_op2, mian_op2] = pade(theta2, n);

licz_iner = [0,k];
mian_iner = [T,1];
licz_iner1 = [0,k1];
mian_iner1 = [T1,1];
licz_iner2 = [0,k2];

```

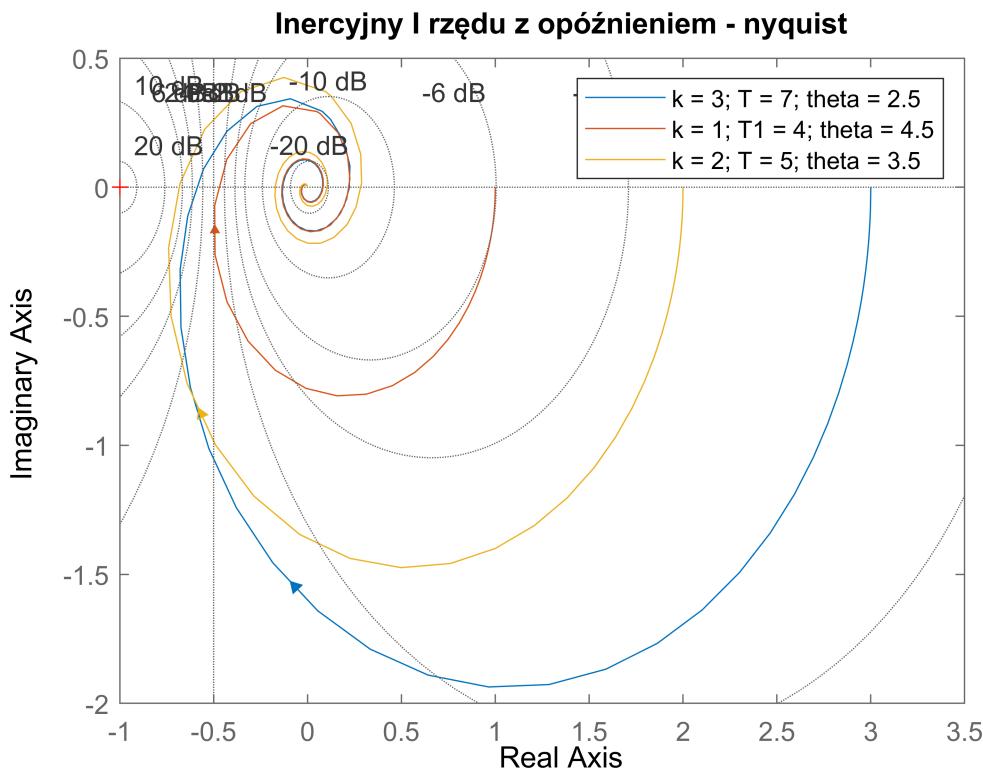
```

mian_iner2 = [T2,1];

[licz, mian] = series(licz_op, mian_op, licz_iner, mian_iner);
[licz1, mian1] = series(licz_op1, mian_op1, licz_iner1, mian_iner1);
[licz2, mian2] = series(licz_op2, mian_op2, licz_iner2, mian_iner2);

G = tf(licz, mian);
plotoptions = nyquistoptions('cstprefs');
plotoptions.ShowFullContour = 'off';
nyquist(G, plotoptions);
hold on
nyquist(licz1, mian1);
nyquist(licz2, mian2);
legend('k = 3; T = 7; theta = 2.5', 'k = 1; T1 = 4; theta = 4.5', 'k = 2; T = 5; theta = 3.5')
title('Inercyjny I rzędu z opóźnieniem - nyquist')
grid on;
hold off

```

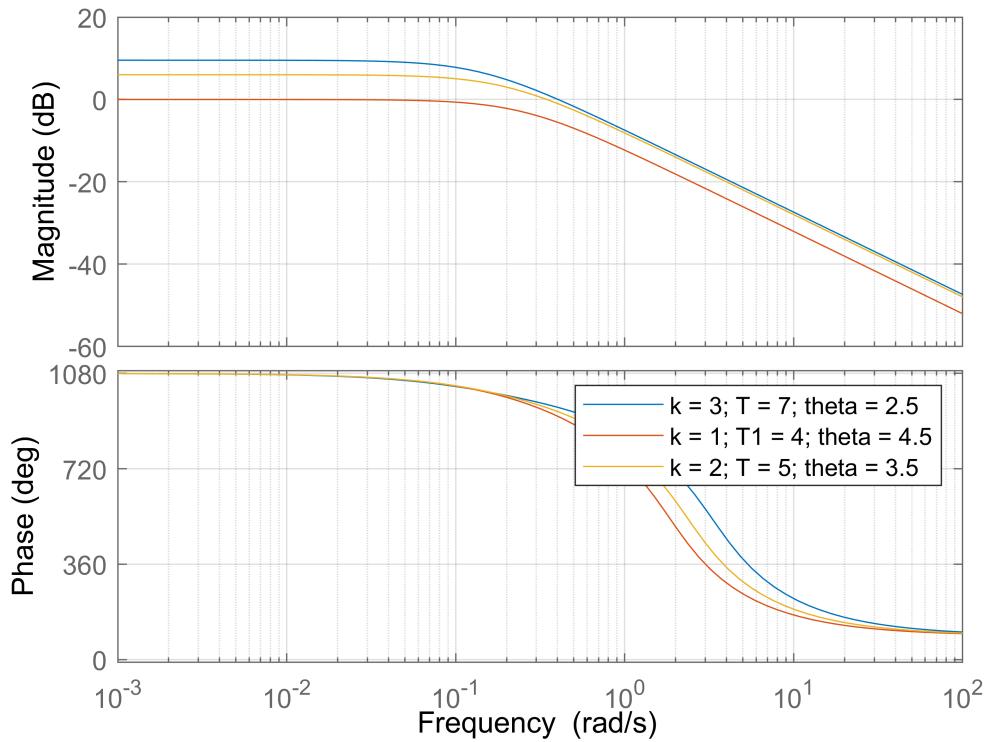


```

bode(licz, mian)
hold on
bode(licz1, mian1)
bode(licz2, mian2)
legend('k = 3; T = 7; theta = 2.5', 'k = 1; T1 = 4; theta = 4.5', 'k = 2; T = 5; theta = 3.5')
title('Inercyjny I rzędu z opóźnieniem - bode')
grid on;
hold off

```

Inercyjny I rzędu z opóźnieniem - bode



3. Wnioski

Ćwiczenie nie sprawiło mi trudności. Było przyjemnym przypomnieniem wiadomości z poprzedniego semestru. Męczącą częścią ćwiczenia było przypisywanie zmiennych i ciągłe pisanie zmiennych licz i mian potrzebnych do stworzenia wykresów. Najdłużej zajęła mi część z układem inercyjnym II rzędu z opóźnieniem, ponieważ było w nim najwięcej przypadków. Wynikało to z rodzaj układow w zależności od ksi : ($\text{ksi} = 0$ - układ nietłumiony, $0 < \text{ksi} < 1$ - układ tłumiony, $\text{ksi} = 1$ - układ aperiodyczny krytyczny, $\text{ksi} > 1$ - układ aperiodyczny).