

# **CHARAKTERYSTYKI CZASOWE I CZĘSTOTLIWOŚCIOWE PODSTAWOWYCH OBIEKTÓW DYNAMICZNYCH**

Karolina Piotrowska



Akademia Górniczo-Hutnicza  
im. Stanisława Staszica w Krakowie

11 czerwca 2022r.

## 1 Wstęp teoretyczny

Celem zadania było zapoznanie się z charakterystykami czasowymi i częstotliwościowymi podstawowych obiektów dynamicznych:

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

Rysunek 1: Rozpatrywane obiekty dynamiczne

Charakterystyki czasowe należało wyznaczyć dla następujących typów wymuszeń:

- skok jednostkowy
- delta Diraca.

Do wykonania zadania niezbędna była znajomość wzorów na transmitancję operatorową:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{b_1 s^{n-1} + \dots + b_{b-1} s + b_n}{a_1 s^{m-1} + \dots + a_{m-1} s + a_m}, \quad (1)$$

gdzie

$Y(s)$  - sygnał wejściowy

$U(s)$  - transformata Laplace'a sygnału wejściowego

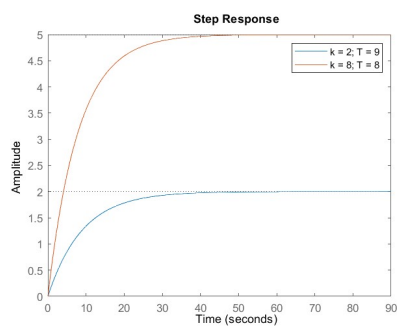
## 2 Zadanie 1 - charakterystyki czasowe

Do wyznaczenia odpowiedzi na skok jednostkowy i impuls Diraca wykorzystać należało funkcje:

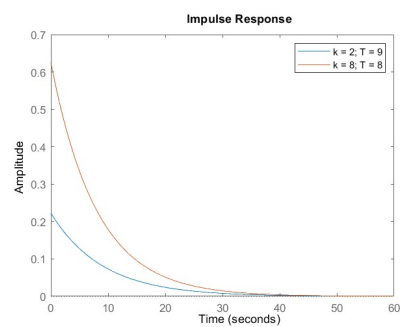
- `step(licz, mian)`
- `impulse(licz, mian)`

Kod z Matlaba użyty do rozwiązania zadania:

```
1 k = 2;  
2 T = 9;  
3 T1 = 8;  
4 k1 = 5;  
5 T11 = 6;  
6 T21 = 3;  
7  
8 licz = [0, k];  
9 mian = [T, 1];  
10 licz1 = [0, k1];  
11 mian1 = [T1, 1];  
12  
13 step(licz, mian)  
14 hold on  
15 step(licz1, mian1)  
16 hold off  
17 legend('k = 2; T = 9', 'k = 8; T = 8')  
18 impulse(licz, mian)  
19 hold on  
20 impulse(licz1, mian1)  
21 hold off  
22 legend('k = 2; T = 9', 'k = 8; T = 8')
```



.5



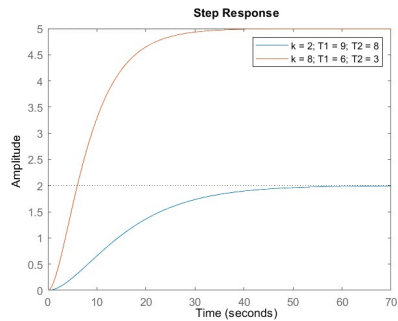
.5

Rysunek 2: Odpowiedź obiektu inercyjnego I rzędu

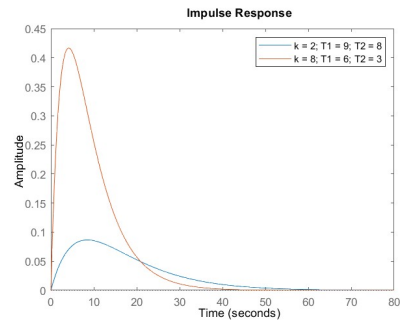
```

1  licz = [0, 0, k];
2  mian = [T*T1, T+T1, 1];
3  licz1 = [0, 0, k1];
4  mian1 = [T11*T21, T11+T21, 1];
5
6  step(licz, mian)
7  hold on
8  step(licz1, mian1)
9  hold off
10 legend('k = 2; T1 = 9; T2 = 8', 'k = 8; T1 = 6; T2 = 3')
11 impulse(licz, mian)
12 hold on
13 impulse(licz1, mian1)
14 hold off
15 legend('k = 2; T1 = 9; T2 = 8', 'k = 8; T1 = 6; T2 = 3')

```



.5



.5

Rysunek 3: Odpowiedź obiektu inercyjnego II rzędu

```

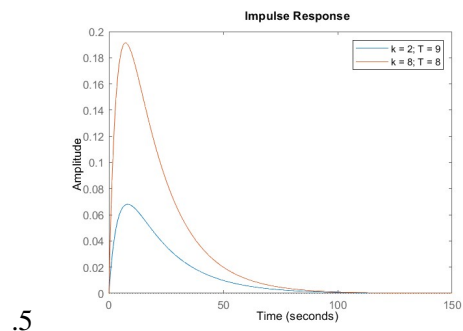
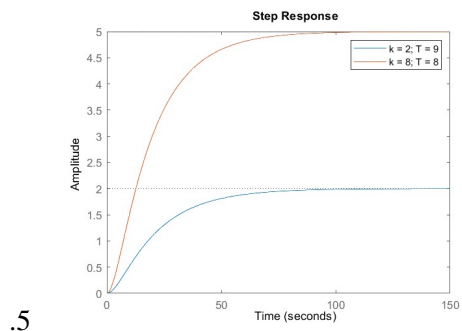
1  ksi1 = 0.5;
2  ksi = 1.3;
3  licz = [0, 0, k];
4  mian = [T^2, ksi*2*T, 1];
5  licz1 = [0, 0, k1];
6  mian1 = [T1^2, ksi*2*T1, 1];
7
8  step(licz, mian)
9  hold on
10 step(licz1, mian1)
11 hold off
12 legend('k = 2; T = 9', 'k = 8; T = 8')
13
14 impulse(licz, mian)
15 hold on
16 impulse(licz1, mian1)
17 legend('k = 2; T = 9', 'k = 8; T = 8')

```

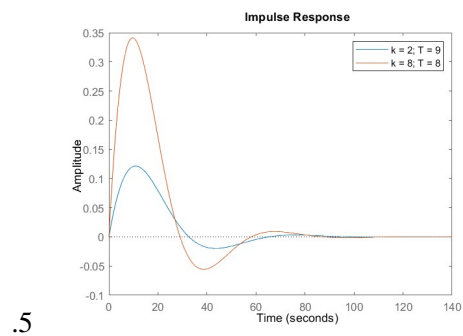
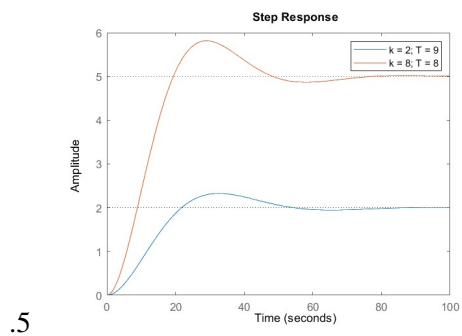
```

18 hold off
19
20 licz = [0, 0, k];
21 mian = [T^2, ksi1*2*T, 1];
22 licz1 = [0, 0, k1];
23 mian1 = [T1^2, ksi1*2*T1, 1];
24
25 step(licz, mian)
26 hold on
27 step(licz1, mian1)
28 hold off
29 legend('k = 2; T = 9', 'k = 8; T = 8')
30
31 impulse(licz, mian)
32 hold on
33 impulse(licz1, mian1)
34 legend('k = 2; T = 9', 'k = 8; T = 8')
35 hold off

```



Rysunek 4: Odpowiedź obiektu inercyjnego II rzędu

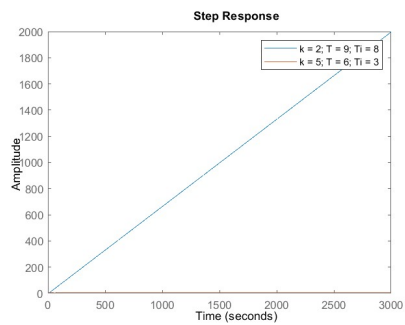


Rysunek 5: Odpowiedź obiektu inercyjnego II rzędu

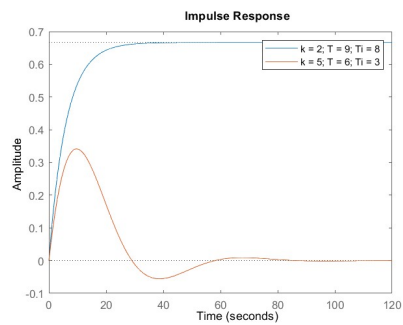
```

1  licz = [0, 0, k];
2  mian = [T*T1, T1, 0];
3  licz1 = [0, 0, k1];
4  mian = [T11*T21, T21, 0];
5
6  step(licz, mian)
7  hold on
8  step(licz1, mian1)
9  hold off
10 legend('k = 2; T = 9; Ti = 8', 'k = 5; T = 6; Ti = 3')
11
12 impulse(licz, mian)
13 hold on
14 impulse(licz1, mian1)
15 hold off
16 legend('k = 2; T = 9; Ti = 8', 'k = 5; T = 6; Ti = 3')

```



.5



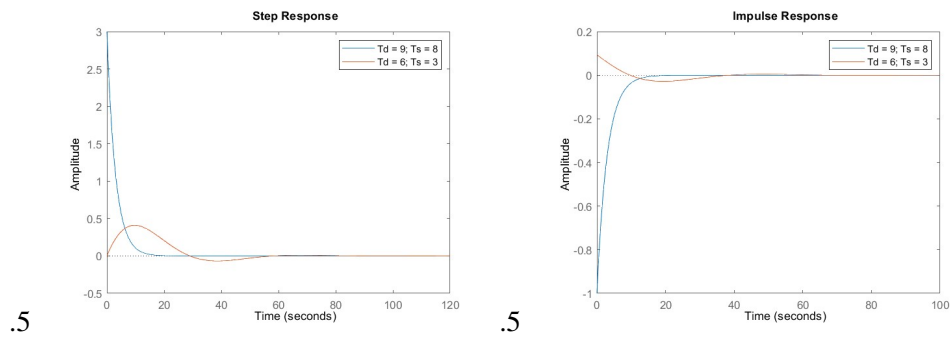
.5

Rysunek 6: Odpowiedź obiektu całującego rzeczywistego

```

1  licz = [T, 0];
2  mian = [T1, 1];
3  licz1 = [T11, 0];
4  mian = [T21, 1];
5
6  step(licz, mian)
7  hold on
8  step(licz1, mian1)
9  hold off
10 legend('Td = 9; Ts = 8', 'Td = 6; Ts = 3')
11 impulse(licz, mian)
12 hold on
13 impulse(licz1, mian1)
14 hold off
15 legend('Td = 9; Ts = 8', 'Td = 6; Ts = 3')

```

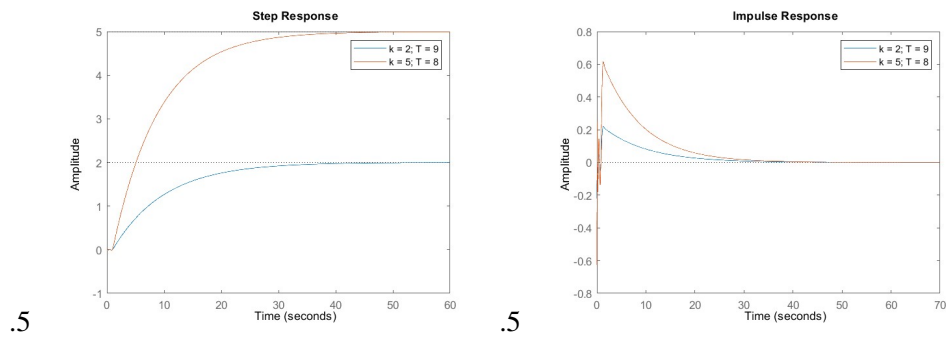


Rysunek 7: Odpowiedź obiektu różniczkującego rzeczywistego

```

1  theta = 1;
2  n = 5;
3  [licz_op, mian_op] = pade(theta, n);
4  licz_iner = [0, k];
5  mian_iner = [T, 1];
6  [licz, mian] = series(licz_op, mian_op, licz_iner, mian_iner);
7  licz_iner = [0, k1];
8  mian_iner = [T1, 1];
9  [licz1, mian1] = series(licz_op, mian_op, licz_iner, mian_iner);
10
11 step(licz, mian)
12 hold on
13 step(licz1, mian1)
14 hold off
15 legend('k = 2; T = 9', 'k = 5; T = 8')
16
17 impulse(licz, mian)
18 hold on
19 impulse(licz1, mian1)
20 hold off
21 legend('k = 2; T = 9', 'k = 5; T = 8')

```



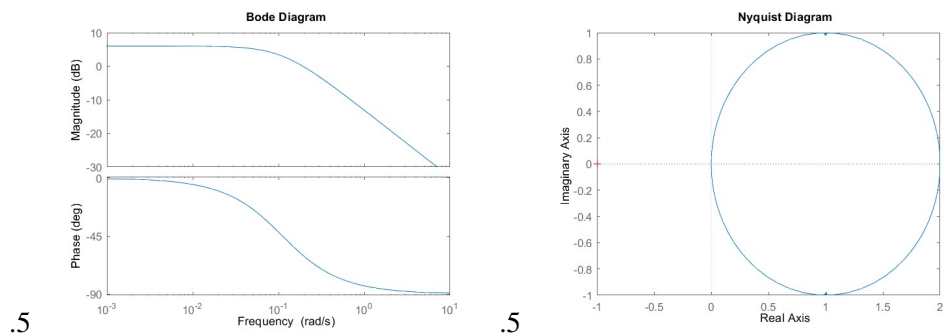
Rysunek 8: Odpowiedź obiektu inercyjnego I rzędu z opóźnieniem

### 3 Zadanie 2

```

1  licz = [0, k];
2  mian = [T, 1];
3  licz1 = [0, k1];
4  mian1 = [T1, 1];
5
6  bode(licz, mian)
7  nyquist(licz, mian)

```



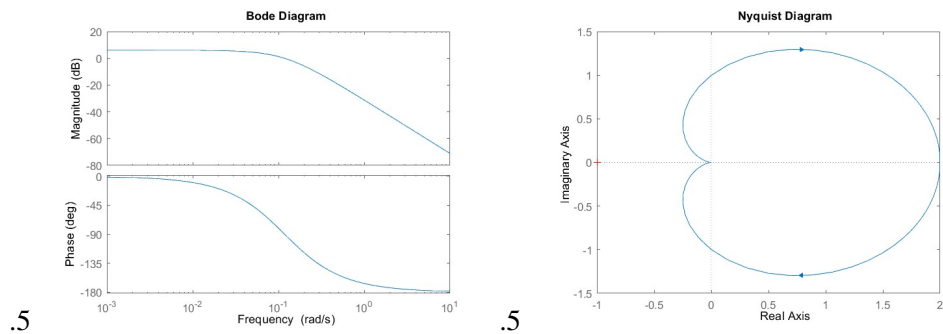
Rysunek 9: Odpowiedź obiektu inercyjnego I rzędu



```

1  licz = [0, 0, k];
2  mian = [T*T1, T+T1, 1];
3  licz1 = [0, 0, k1];
4  mian1 = [T11*T21, T11+T21, 1];
5
6  bode(licz, mian)
7  nyquist(licz, mian)

```

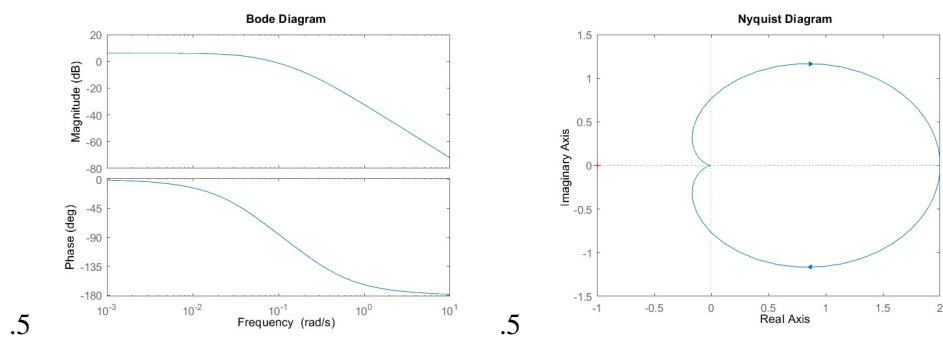


Rysunek 10: Odpowiedź obiektu inercyjnego II rzędu

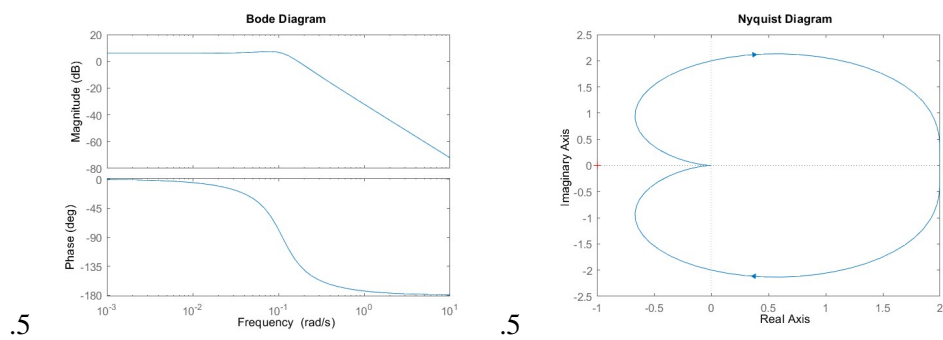
```

1  ksi1 = 0.5;
2  ksi = 1.3;
3  licz = [0, 0, k];
4  mian = [T^2, ksi*2*T, 1];
5  licz1 = [0, 0, k1];
6  mian1 = [T1^2, ksi*2*T1, 1];
7
8  bode(licz, mian)
9  nyquist(licz, mian)
10
11 licz = [0, 0, k];
12 mian = [T^2, ksi1*2*T, 1];
13 licz1 = [0, 0, k1];
14 mian1 = [T1^2, ksi1*2*T1, 1];
15
16 bode(licz, mian)
17 nyquist(licz, mian)

```



Rysunek 11: Odpowiedź obiektu inercyjnego II rzędu

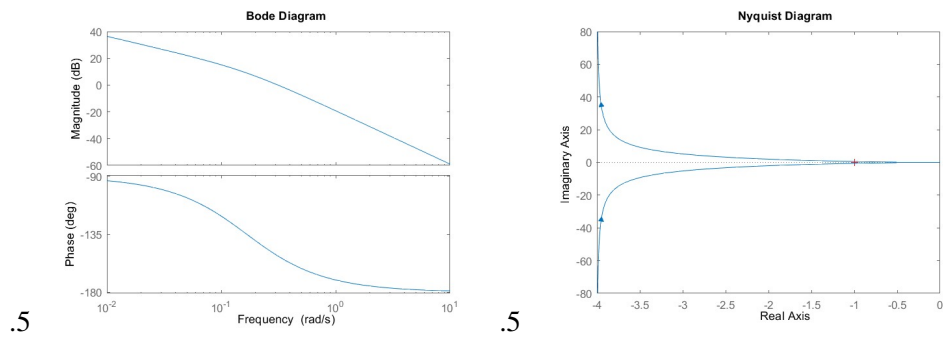


Rysunek 12: Odpowiedź obiektu inercyjnego II rzędu

```

1  licz = [0, 0, k];
2  mian = [T*T1, T1, 0];
3  licz1 = [0, 0, k1];
4  mian = [T11*T21, T21, 0];
5
6  bode(licz, mian)
7  nyquist(licz, mian)

```

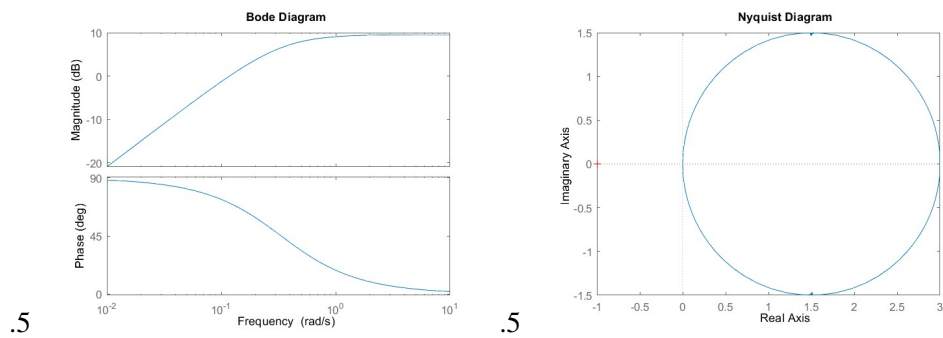


Rysunek 13: Odpowiedź obiektu całującego rzeczywistego

```

1  licz = [T, 0];
2  mian = [T1, 1];
3  licz1 = [T11, 0];
4  mian = [T21, 1];
5
6  bode(licz, mian)
7  nyquist(licz, mian)

```

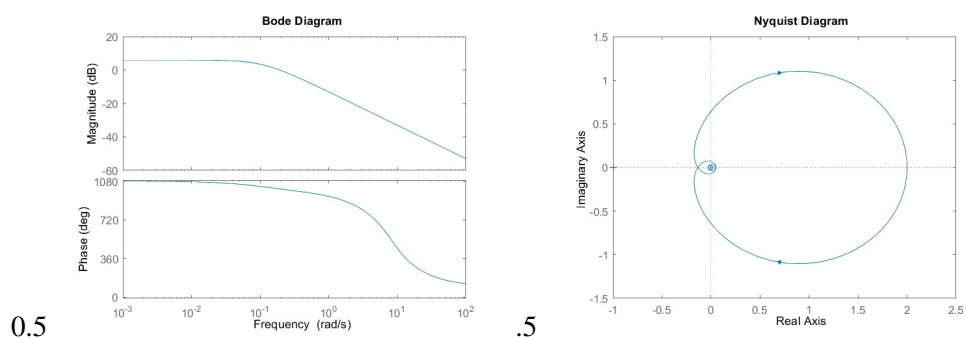


Rysunek 14: Odpowiedź obiektu różniczkującego rzeczywistego

```

1 theta = 1;
2 n = 5;
3 [licz_op, mian_op] = pade(theta, n);
4 licz_iner = [0, k];
5 mian_iner = [T, 1];
6 [licz, mian] = series(licz_op, mian_op, licz_iner, mian_iner);
7 licz_iner = [0, k1];
8 mian_iner = [T1, 1];
9 [licz1, mian1] = series(licz_op, mian_op, licz_iner, mian_iner);
10
11 bode(licz, mian)
12 nyquist(licz, mian)

```



Rysunek 15: Odpowiedź obiektu inercyjnego I rzędu z opóźnieniem

## 4 Bibliografia

[https://upel.agh.edu.pl/pluginfile.php/61729/mod\\_resource/content/3/MSD\\_Char\\_Czasowe.pdf](https://upel.agh.edu.pl/pluginfile.php/61729/mod_resource/content/3/MSD_Char_Czasowe.pdf)

[https://upel.agh.edu.pl/pluginfile.php/61730/mod\\_resource/content/2/MSD\\_Char\\_Czestot.pdf](https://upel.agh.edu.pl/pluginfile.php/61730/mod_resource/content/2/MSD_Char_Czestot.pdf)