Podstawy Automatyki

Charakterystyki czasowe podstawowych obiektów dynamicznych

Jan Rosa 410269 AiR

Czwartek 14:30

09.03.23

Cel Ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z charakterystykami czasowymi (odpowiedziami czasowymi obiektu na określone wymuszenie) podstawowych obiektów dynamicznych. Ćwiczenie zostanie wykonane symulacyjnie z wykorzystaniem pakietu MATLAB. W czasie ćwiczenia będą badane odpowiedzi obiektów na następujące typy wymuszeń:

• skok jednostkowy (charakterystyki skokowe)

• delta Diraca (charakterystyki impulsowe)

Podczas ćwiczenia należy zbadać oba typy charakterystyk dla podstawowych obiektów omówionych we wprowdzeniu. Są one następujące:

1. obiekt inercyjny I rzędu o transmitancji: $G(s) = \frac{k}{Ts+1}$
2. obiekt inercyjny II rzędu o transmitancji: $G(s) = \frac{k}{T_1 T_2 s^2 + (T_1 + T_2)s + 1}$
3. obiekt oscylacyjny II rzędu o transmitancji: $G(s) = \frac{k}{T_0^2 s^2 + 2\xi T_0 s + 1}$
4. obiekt całkujący z inercją I rzędu o transmitancji: $G(s) = \frac{k}{T_i s(Ts+1)}$
5. obiekt różniczkujący rzeczywisty o transmitancji: $G(s) = \frac{T_d s}{Ts+1}$
6. obiekt inercyjny I rzędu z opóźnieniem o transmitancji: $G(s) = \frac{e^{-s\tau}}{Ts+1}$

Zapis transmitancji w MATLAB-ie. Transmitancja w MATLAB-ie jest reprezentowana przez 2 wektory, zawierające współczynniki jej licznika i mianownika. Sposób zapisu w MATLAB-ie obiektów wymienionych powyżej jest podany w poniższej tabeli.

Transmitancja obiektu	Zapis licznika transmitancji	Zapis mianownika transmitancji
$G(s) = \frac{k}{Ts+1}$	**[k]**	**[T , 1]**
$G(s) = \frac{k}{T_1 T_2 s^2 + (T_1 + T_2)s + 1}$	**[k]**	**[T_1T_2 , $T_1 + T_2$, 1]**
$G(s) = \frac{k}{T_0^2 s^2 + 2\xi T_0 s + 1}$	**[k]**	**[T^2_0 , $2\zeta T_0$, 1]**
$G(s) = \frac{k}{T_i s(Ts+1)}$	**[k]**	**[TT_i , T_i , 0]**
$G(s) = \frac{T_d s}{Ts+1}$	**[T_d , 0]**	**[T , 1]**

$G(s) = \frac{e^{-s\tau}}{Ts+1}$	**zob. poniżej**	**zob. poniżej**

Przebieg ćwiczenia

Dla każdego typu obiektu wykonałem wykresy za pomocą funcji wykres() odpowiedzi na wymuszenia skokowe i impulsowe po zamodelowaniu ich za pomocą funkcji tf().

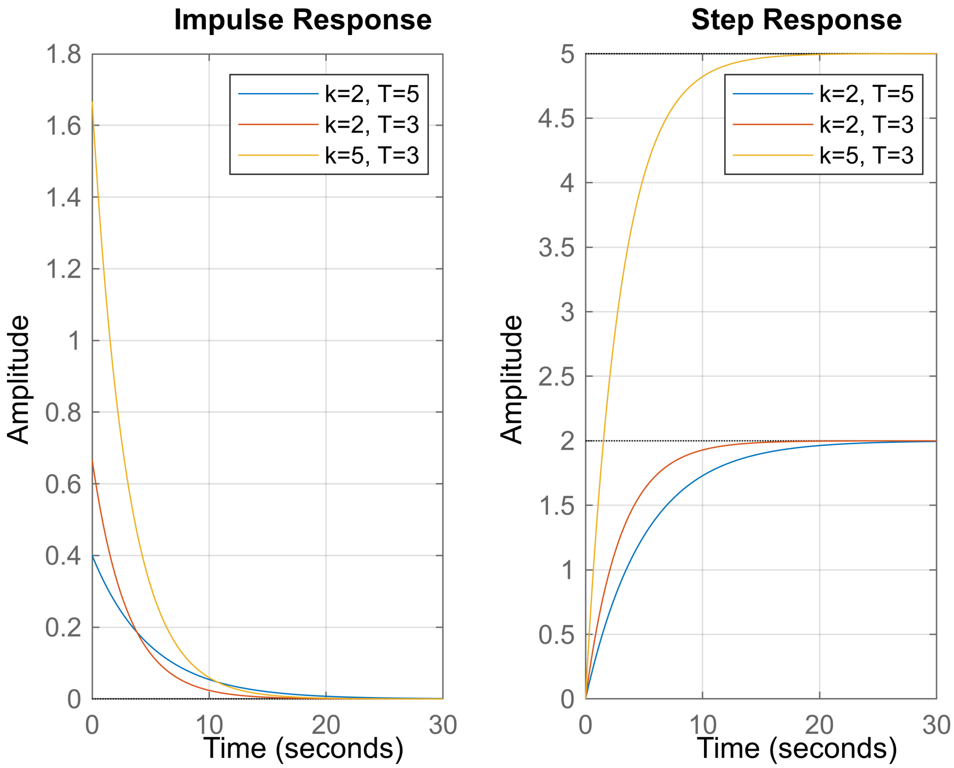
Obiekt inercyjny I rzędu

```
k = 2;
T = 5;
obiekt11 = tf([0, k], [T, 1]);

k = 2;
T = 3;
obiekt12 = tf([0, k], [T, 1]);

k = 5;
T = 3;
obiekt13 = tf([0, k], [T, 1]);

wykres(obiekt11, obiekt12, obiekt13, "k=2, T=5", "k=2, T=3", "k=5, T=3", 0:0.1:30)
```

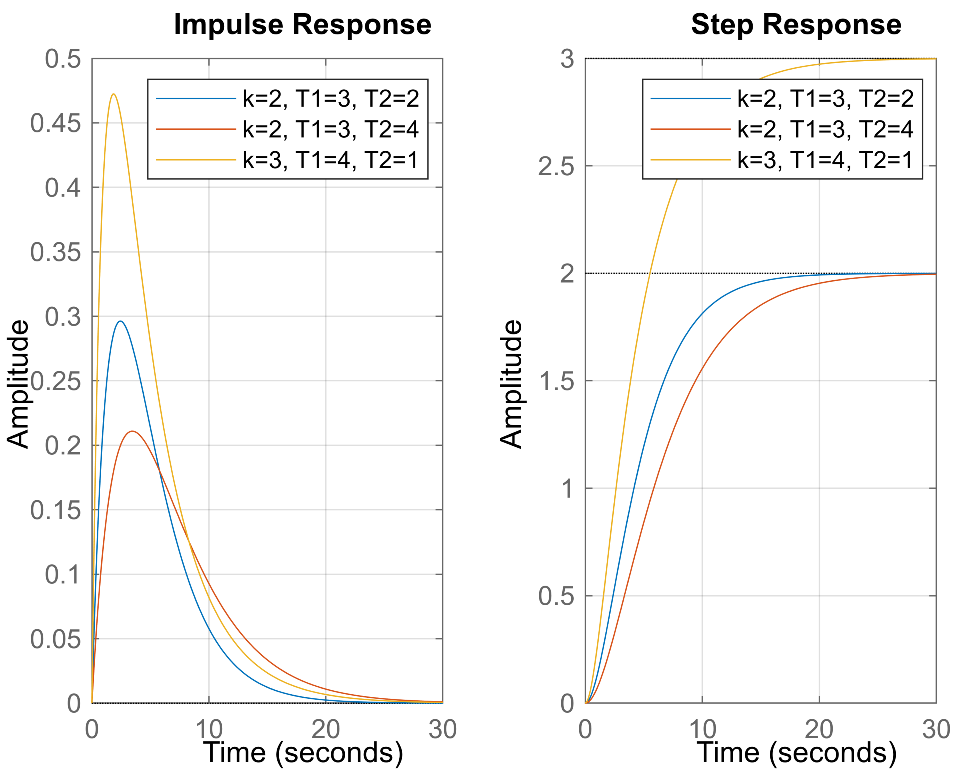


Symulowany obiekt zachowuje się typowo a skutki zmian parametrów są przewidywalne, tj k odpowiada za wzmocnienie a T za opóźnienie

Obiekt inercyjny II rzędu

```
T1 = 2;
T2 = 3;
k = 2;
obiekt21 = tf([0,0,k], [T1*T2, T1+T2, 1]);
k = 2;
T1 = 3;
T2 = 4;
obiekt22 = tf([0,0,k], [T1*T2, T1+T2, 1]);
k = 3;
T1 = 4;
T2 = 1;
obiekt23 = tf([0,0,k], [T1*T2, T1+T2, 1]);

wykres(obiekt21, obiekt22, obiekt23, "k=2, T1=3, T2=2", "k=2, T1=3, T2=4", "k=3, T1=4, T2=1", 
```



Symulowany obiekt zachowuje się typowo a skutki zmian parametrów są przewidywalne, tj k odpowiada za wzmocnienie a T1 i T2 za parametry dwóch zbiorników energii

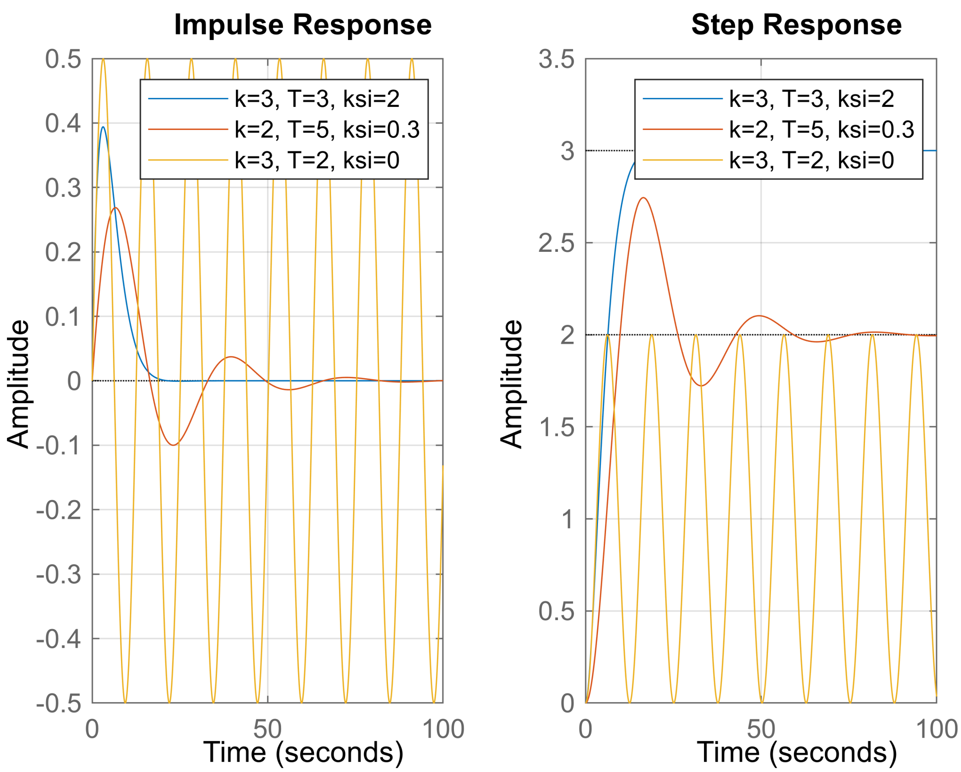
Obiekt inercyjny II rzędu oscylacyjny

```
k = 3;
T = 3;
ksi = 0.9;
obiekt31 = tf([0,0,k], [T^2, 2*ksi*T, 1]);

k = 2;
T = 5;
ksi = 0.3;
obiekt32 = tf([0,0,k], [T^2, 2*ksi*T, 1]);

k = 1;
T = 2;
ksi = 0;
obiekt33 = tf([0,0,k], [T^2, 2*ksi*T, 1]);

wykres(obiekt31, obiekt32, obiekt33, "k=3, T=3, ksi=2", "k=2, T=5, ksi=0.3","k=3, T=2, ksi=0",
```



Symulowany obiekt zachowuje się typowo a skutki zmian parametrów są przewidywalne, tj k odpowiada za wzmocnienie, amplitudę drgań, T za opóżnienie/częstość drgań, a ksi za zanikanie/tłumienie oscylacji

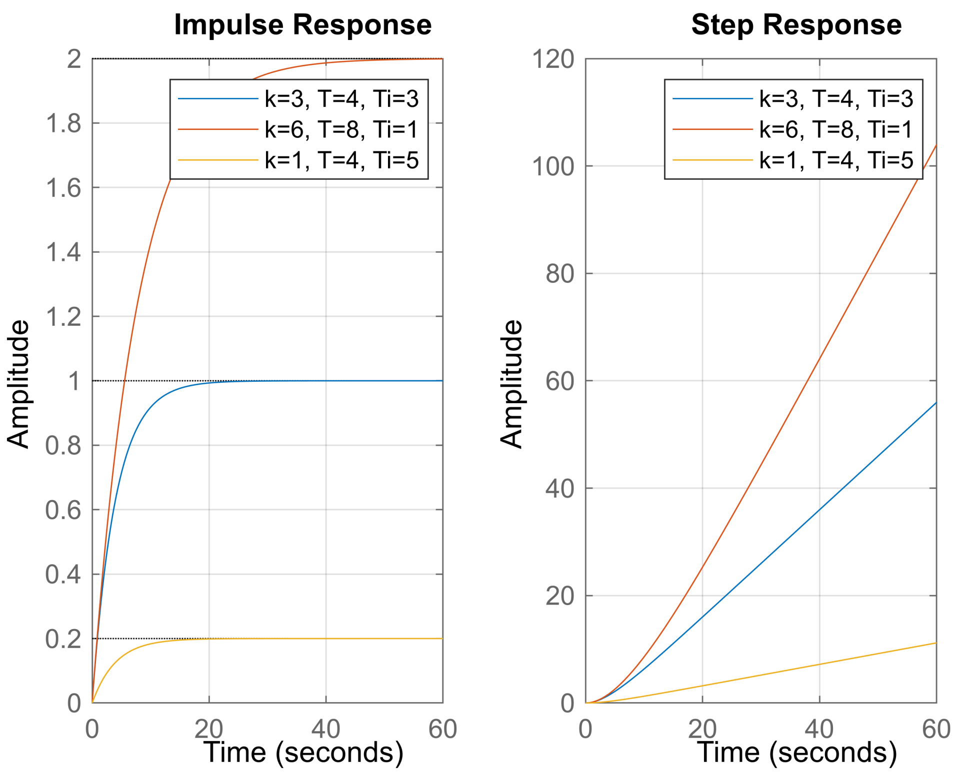
Obiekt całkujący rzeczywisty z inercją

```
k = 3;
T = 4;
Ti = 3;
obiekt41 = tf([0,0,k], [T*Ti, Ti, 0]);

k = 2;
T = 8;
Ti = 1;
obiekt42 = tf([0,0,k], [T*Ti, Ti, 0]);

k = 1;
T = 4;
Ti = 5;
obiekt43 = tf([0,0,k], [T*Ti, Ti, 0]);

wykres(obiekt41, obiekt42, obiekt43, "k=3, T=4, Ti=3", "k=6, T=8, Ti=1", "k=1, T=4, Ti=5", 0:0.
```



Symulowany obiekt zachowuje się typowo a skutki zmian parametrów są przewidywalne, tj k odpowiada za wzmocnienie, T za opóźnienie a Ti za czas całkowania im Ti większy tym całka mniej dokładna

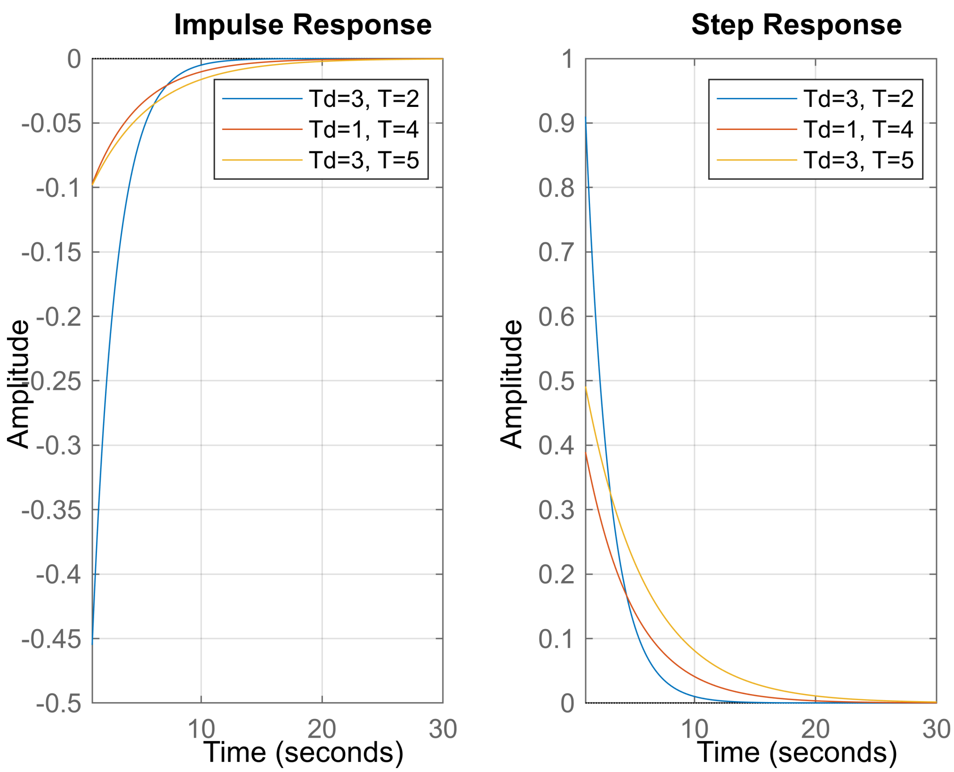
Obiekt różniczkujący rzeczywisty z inercją

```
Td = 3;
T = 2;
obiekt51 = tf([Td, 0], [T, 1]);

Td = 2;
T = 4;
obiekt52 = tf([Td, 0], [T, 1]);

Td = 3;
T = 5;
obiekt53 = tf([Td, 0], [T, 1]);

wykres(obiekt51, obiekt52, obiekt53, "Td=3, T=2", "Td=1, T=4","Td=3, T=5", 1:0.1:30)
```



Symulowany obiekt zachowuje się typowo a skutki zmian parametrów są przewidywalne, tj k odpowiada za wzmocnienie, T za opóźnienie a Td za czas różniczkowania im Td mniejszy tym różniczkowanie mniej dokładne

Obiekt inercyjny I rzędu z opóźnieniem

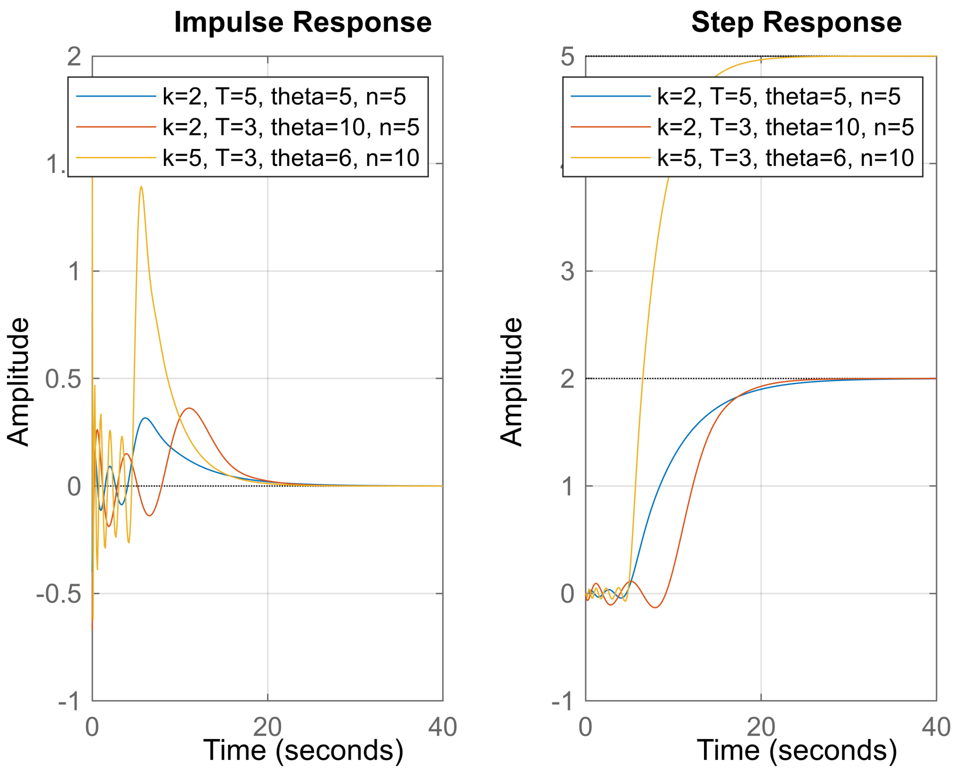
Aby opóźnienie mogło być zrealizowane wydajnie w programie Matlab należy je sprowadzić do wielomianowego przybliżenia jakim jest aproksymacja Padego. Następnie należy połaczyć obiekty w przestrzeni operatorowej szeregowo aby otrzymać pożądany obiekt inercyjny z opóźnieniem.

```
theta = 5;
n = 5;
[licz, mian] = pade(theta, n);
opoz1 = tf(licz, mian);
theta = 10;
n = 5;
[licz, mian] = pade(theta, n);
opoz2 = tf(licz, mian);
theta = 5;
n = 10;
[licz, mian] = pade(theta, n);
opoz3 = tf(licz, mian);


obiekt61 = series(opoz1, obiekt11);
obiekt62 = series(opoz2, obiekt12);
```

```
obiekt63 = series(opoz3, obiekt13);

wykres(obiekt61, obiekt62, obiekt63, "k=2, T=5, theta=5, n=5", "k=2, T=3, theta=10, n=5", "k=5,
```



Odwzorowanie opóźnienia jest dobre w wypadku odpowiedzi na wymuszenie skokowe, natomiast odpowiedź na wymuszenie impulsowe jest wyraźnie zniekształcona

Funkcja Wykres

```
function [] = wykres(obiekt1, obiekt2, obiekt3, label1, label2, label3, t)
figure()
subplot(1, 2, 1)
impulse(obiekt1,obiekt2, obiekt3, t)
grid on;
legend(label1,label2, label3)
subplot(1,2,2)
step(obiekt1, obiekt2, obiekt3, t)
grid on;
legend(label1, label2, label3)
end
```

Wnioski

Przedstawione zadanie nie sprawiło żadnych trudności. Najtrudniejszą jego częścią było przestawianie parametrów obiektu tak aby ich wykresy były tak samo widoczne a jednocześnie by obiekty się od ziebie w widoczny i zrozumiały sposób różniły. Do zmniejszenia ilości kodu zastosowałem krótką funkcję wykreślającą odpowiedzi impulsowe i skokowe wraz z amplitudami. Obiekty zasymulowane przez matlaba odpowiadają przewidywaniom jedyne problemy sprawia aproksymacja padego która wariuje w przybliżeniu nieciągłości a w szególności w otoczeniu delty Diraca, im większy stopień aproksymacji tym bardziej agresywnie oscyluje.