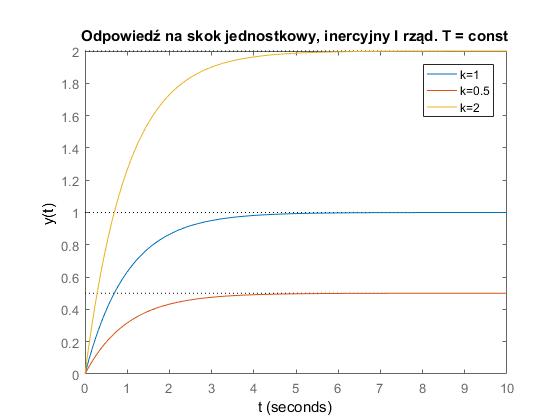
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Charakterystyki czasowe podstawowych obiektów dynamicznych. | | |
| Węgrzyn Paweł  Roman Michał | 22.03.2017r. | Godz. 9.45 |

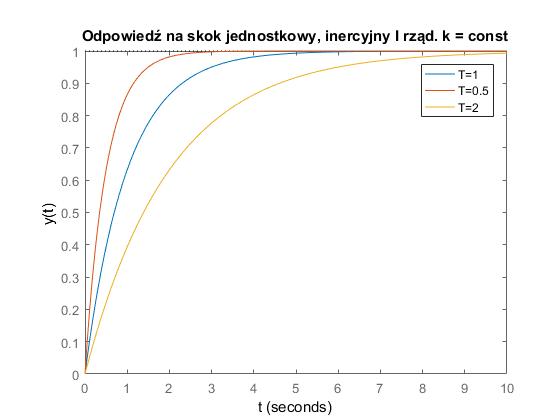
1. **Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia było zapoznanie się z charakterystykami podstawowych obiektów dynamicznych. Ćwiczenie zostało wykonane symulacyjnie przy użyciu pakietu MATLAB. Badaliśmy odpowiedzi obiektów na dwa rodzaje wymuszenia – skok jednostkowy i delta Diraca (impuls jednostkowy). Dodatkowo mieliśmy przeprowadzić graficzną identyfikację parametrów badanych obiektów na podstawie odpowiedzi skokowej i porównać otrzymane wyniki z ich rzeczywistymi wartościami.

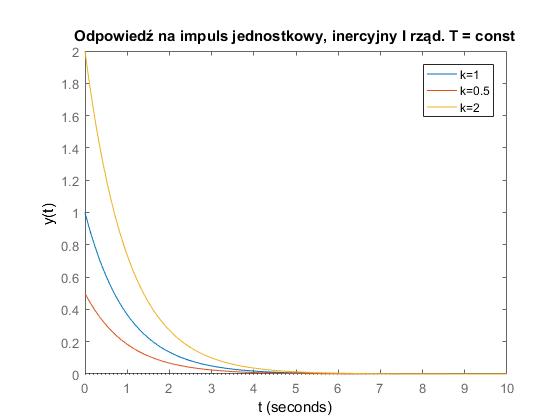
1. **Wyniki symulacji**
2. **Obiekt inercyjny I rzędu o transmitancji**



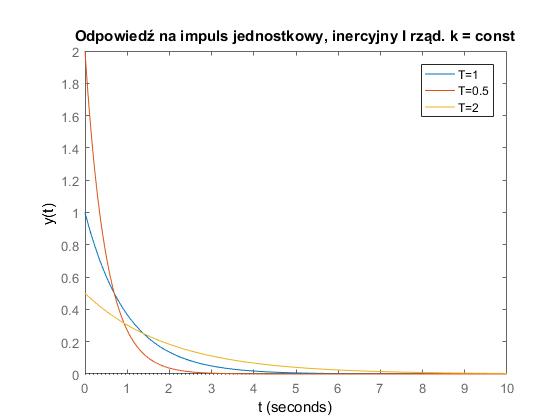
Widzimy że w przypadku odpowiedzi obiektu inercyjnego I rzędu na skok jednostkowy dla ustalonej stałej czasowej T i zmiennego wzmocnienia k odpowiedź obiektu ustala się w takim samym czasie i przyjmuje wartość równą .



Widzimy że w przypadku odpowiedzi obiektu inercyjnego I rzędu na skok jednostkowy dla ustalonego wzmocnienia k i zmiennej stałej czasowej T odpowiedź obiektu ustala się   
w różnym czasie i przyjmuje wartość równą . Czas potrzebny do ustalenia się odpowiedzi obiektu jest więc zależny od stałej czasowej T. Im jest ona większa, tym dłużej trwa stan przejściowy.

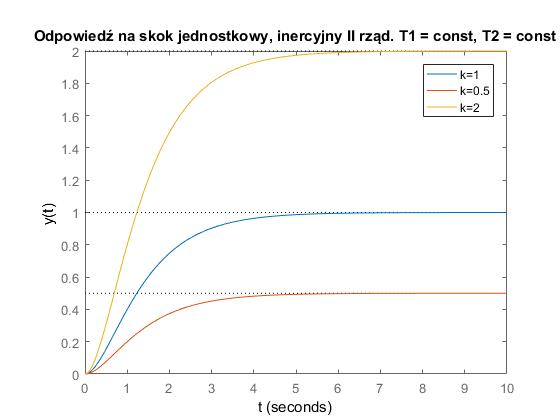


Idealny impuls jednostkowy jest sygnałem o nieskończonej energii, dlatego odpowiedź obiektu natychmiastowo ustala się na poziomie , a następnie maleje zgodnie ze swoją stałą czasową. Jeśli stała czasowa jest identyczna, to wygaszenie nastąpi po tym samym czasie.

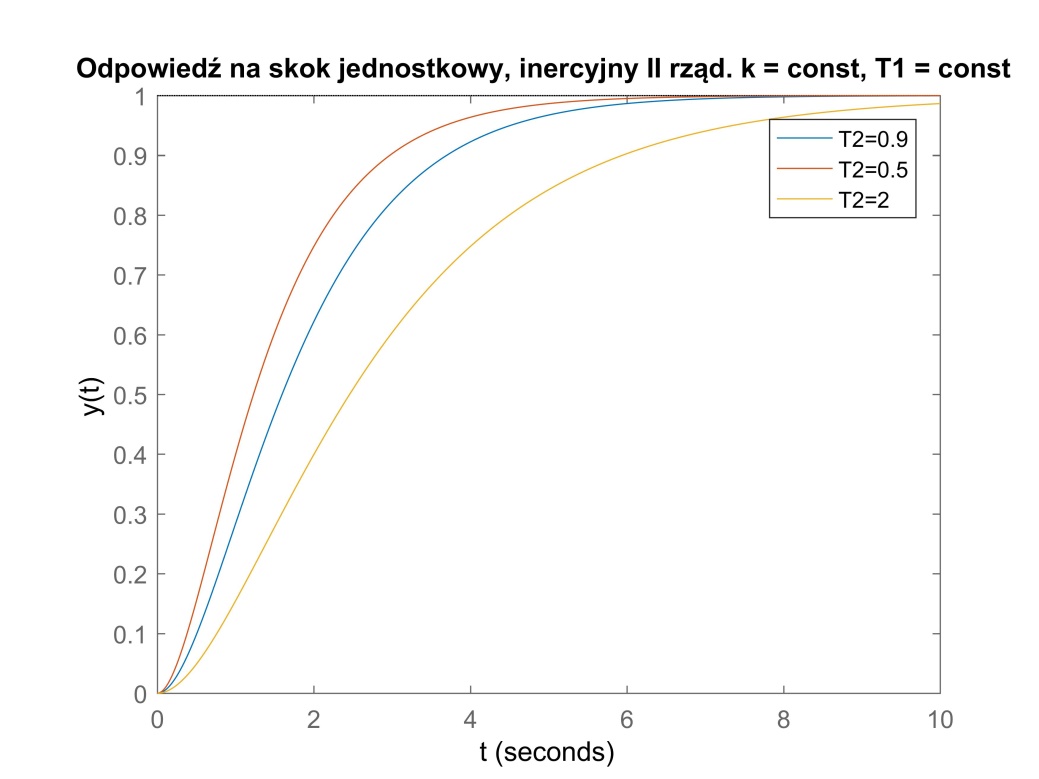
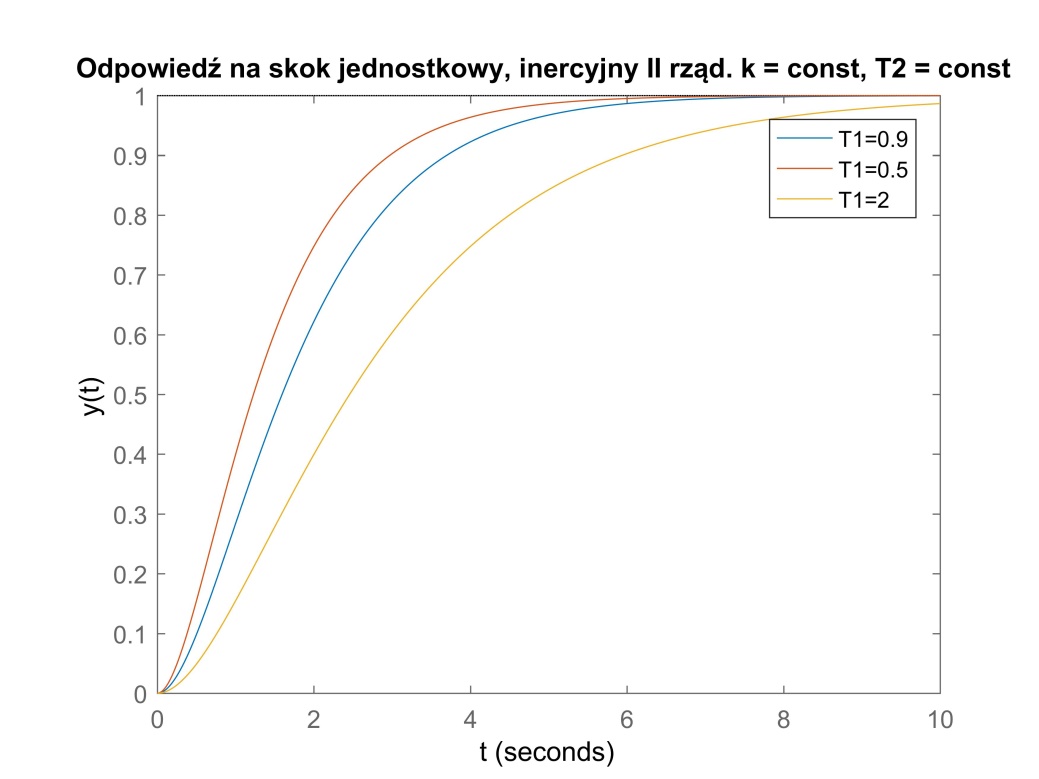


W przypadku ustalonego wzmocnienia odpowiedź obiektu również ustala się na poziomie w nieskończenie krótkim czasie, a następnie maleje adekwatnie do stałej czasowej. Jeśli stała czasowa T jest duża, wygaszenie obiektu następuje po długim czasie, a jeśli jest mała, obiekt powraca do stanu początkowego zdecydowanie szybciej.

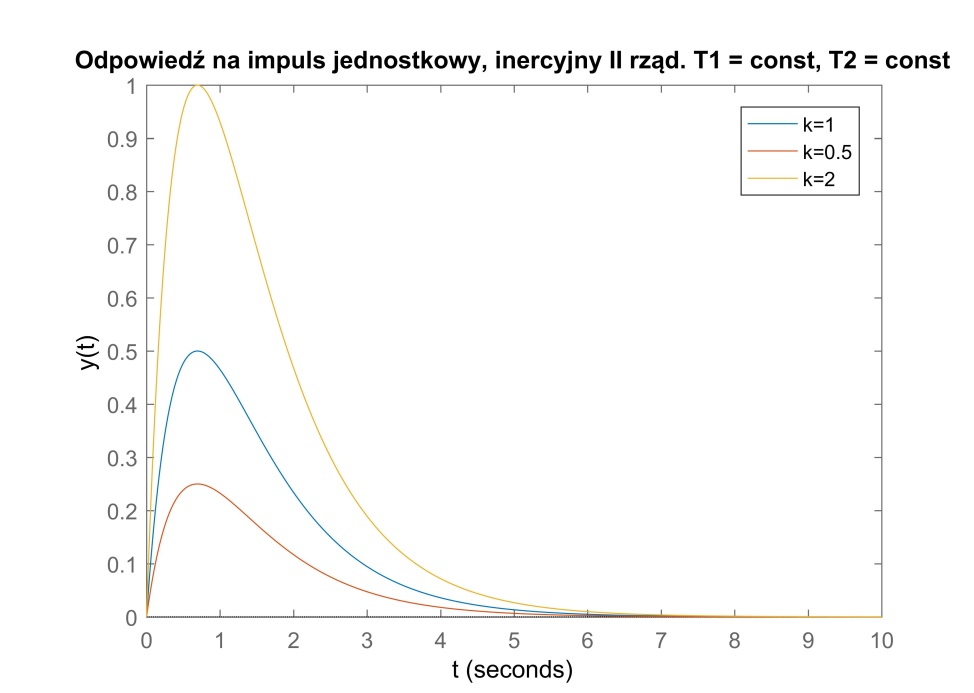
1. **Obiekt inercyjny II rzędu o transmitancji**



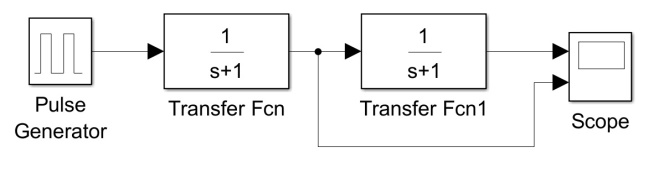
Obiekt inercyjny II rzędu (większego też) charakteryzuje się punktem przegięcia wykresu odpowiedzi skokowej w początkowej fazie narastania jego odpowiedzi. Następnie jego dynamika jest bardzo zbliżona do dynamiki obiektu inercyjnego I rzędu. Odpowiedź stabilizuje się na poziomie wzmocnienia k. W powyższym przykładzie stałe czasowe są ustalone, a więc czas stabilizacji jest identyczny w każdym przypadku.

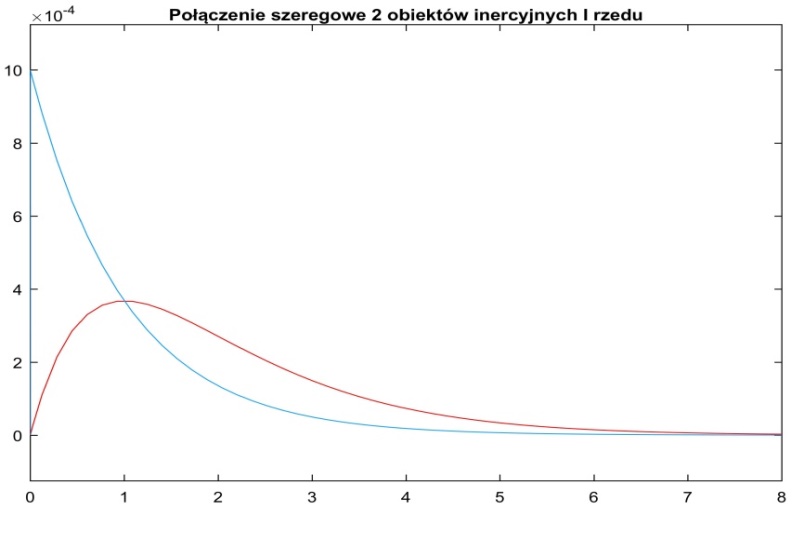


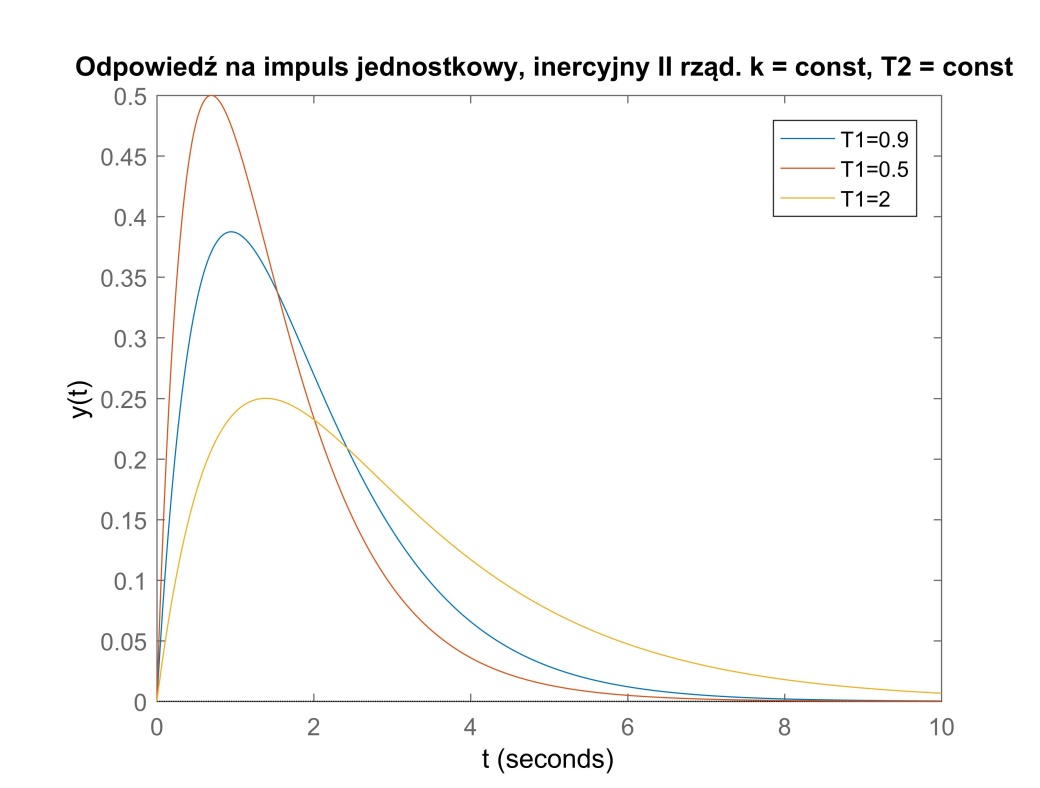
Obiekt inercyjny II rzędu jest to obiekt zawierający dwa zbiorniki energii tego samego typu, dlatego nie występują w nim oscylacje. Obiekt ten można traktować jako szeregowe połączenie dwóch obiektów inercyjnych I rzędu, co dobrze widać na powyższych dwóch wykresach – w jednym przypadku zmienialiśmy stałą czasową T1 , a w drugim T2 – ponieważ otrzymane odpowiedzi są identyczne. Jeśli stałe czasowe obiektów są duże, to czas ustalenia się odpowiedzi obiektu jest dłuższy.

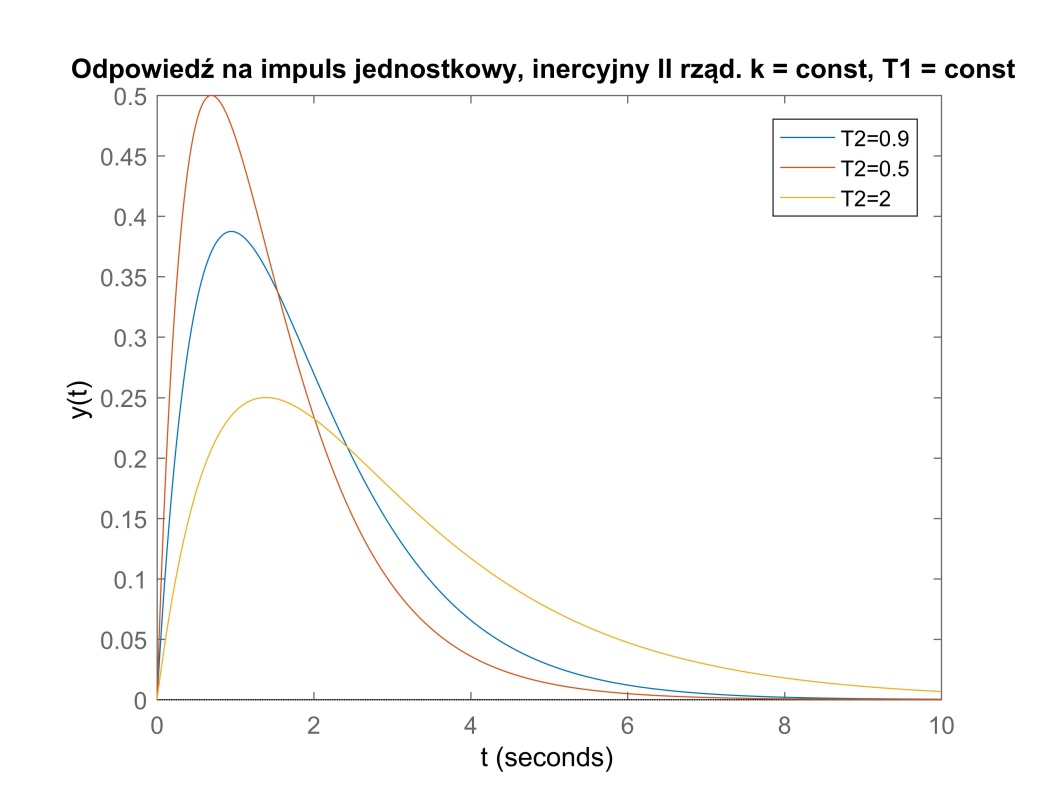


W związku z tym że obiekt inercyjny II rzędu jest analogią do szeregowego połączenia dwóch obiektów inercyjnych I rzędu jego odpowiedź impulsowa ma charakterystyczny przebieg. Podając sygnał wymuszający w postaci impulsu jednostkowego oddziałujemy na jeden z jego członów, którego odpowiedź jest identyczna jak odpowiedź obiektu inercyjnego I rzędu. Następnie dopiero pierwszy człon oddziałuje na drugi człon, dlatego odpowiedź obiektu jako całości nie ustala się w początkowej chwili na pewnym poziomie, jak to miało miejsce   
w przypadku obiektu I rzędu, lecz narasta najpierw do pewnej wartości, potem maleje. (powyższe rozważania są uzasadnione symulacją przeprowadzoną w Simulinku). Odpowiedź obiektu nie osiąga również tak dużej wartości jak w przypadku obiektu I rzędu, ponieważ pierwszy człon oddziałuje na drugi, ale jednocześnie jego odpowiedź ulega wygaszeniu ze stałą czasową T1. W powyższym przypadku zmienialiśmy tylko wzmocnienie, dlatego charakterystyki ulegają wygaszeniu w tym samym czasie.



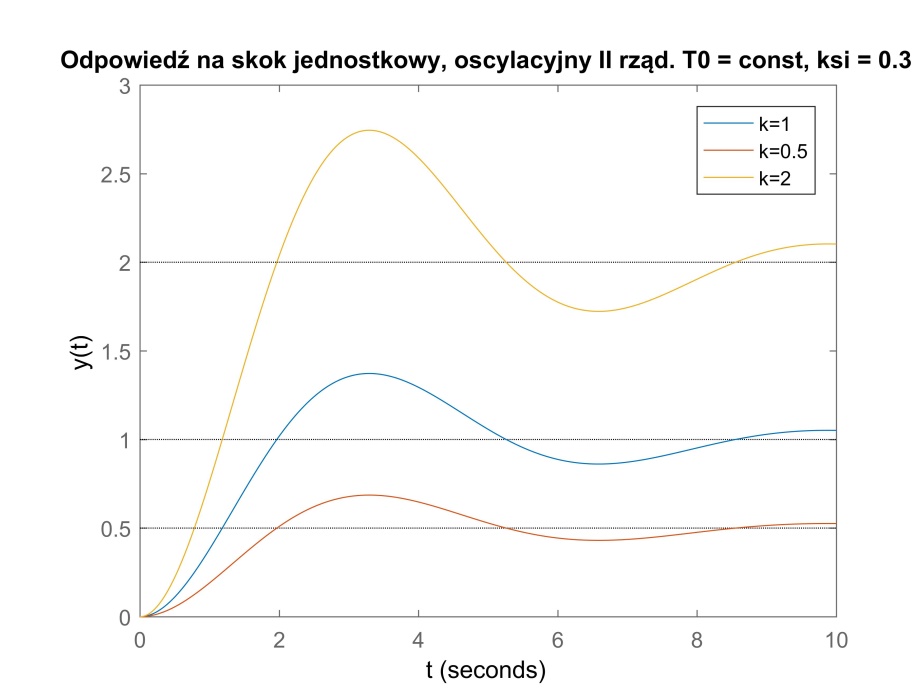




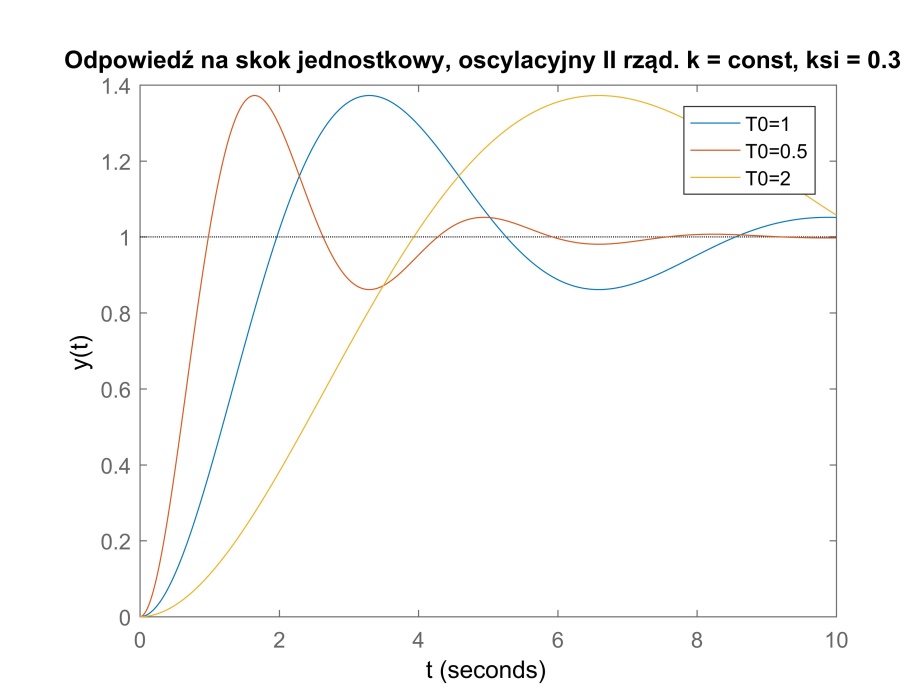


W przypadku obiektu inercyjnego II rzędu widzimy że im mniejsze są stałe czasowe poszczególnych członów obiektu, tym maksimum odpowiedzi obiektu jest większe i jest osiągane szybciej. Odpowiedź impulsowa dla mniejszych stałych czasowych wygasa zdecydowanie szybciej.

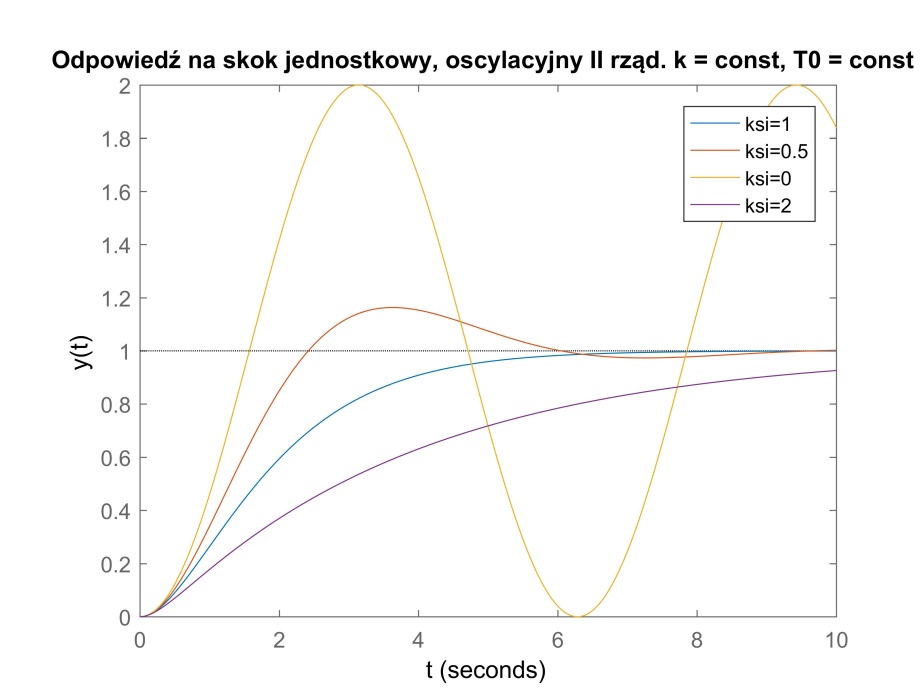
1. **Obiekt oscylacyjny II rzędu o transmitancji**

****

Dla ksi=0.3 w układzie występują oscylacje, ponieważ bieguny transmitancji zawierają część urojoną. Od strony fizykalnej występowanie oscylacji wiąże się z istnieniem dwóch różnych rodzajów energii w układzie, które przechodzą jedna w drugą w czasie. Ksi 0.3 jest miarą tłumienia, co widać na powyższym wykresie – odpowiedź obiektu asymptotycznie przybliża się do stanu ustalonego, naprzemiennie wokół niego oscylując. Im większe jest wzmocnienie układu, tym większe przesterowania obserwujemy w obiekcie. Stała czasowa jest identyczna dla wszystkich trzech charakterystyk, dlatego zanik oscylacji wokół stanu ustalonego następuje w tym samym czasie.

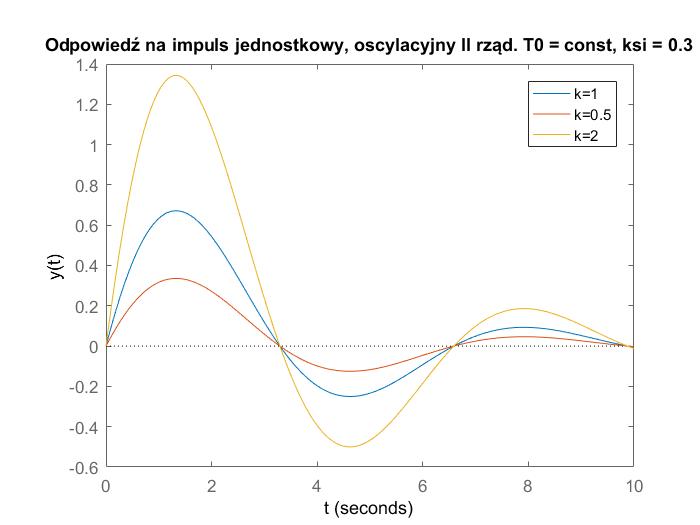


Stała czasowa obiektu oscylacyjnego II rzędu wpływa na okres oscylacji obiektu, a więc   
ma wpływ na szybkość osiągania stanu ustalonego w przypadku niezerowego   
tłumienia (ksi = 0.3). Im jest ona większa, tym szybciej obiekt osiąga zadany stan z żądaną dokładnością. Stała czasowa nie ma wpływu na przesterowanie.

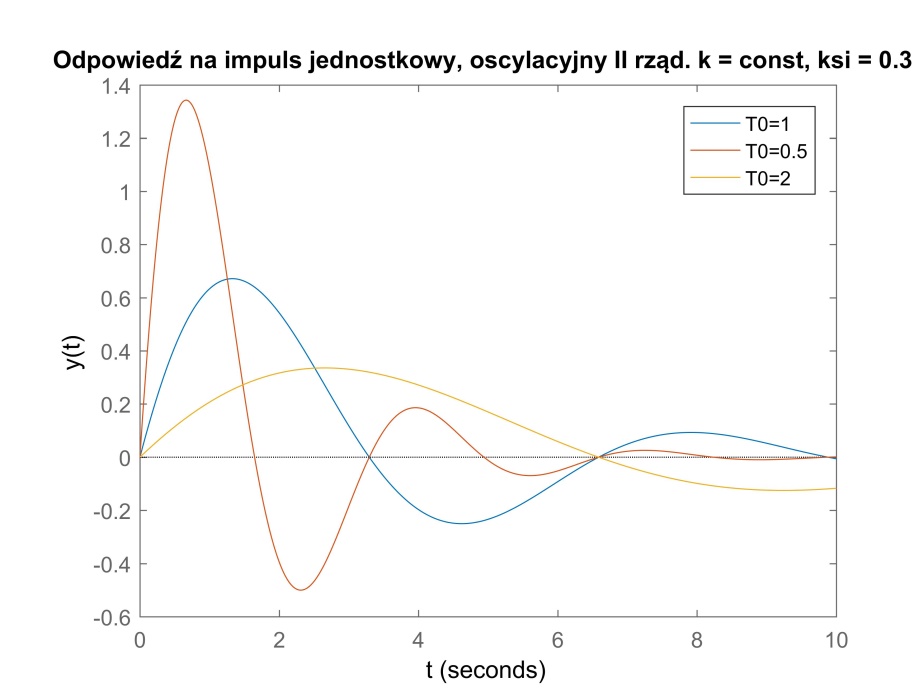


W zależności od wartości współczynnika tłumienia obiekt oscylacyjny możemy zakwalifikować do odpowiedniego typu:

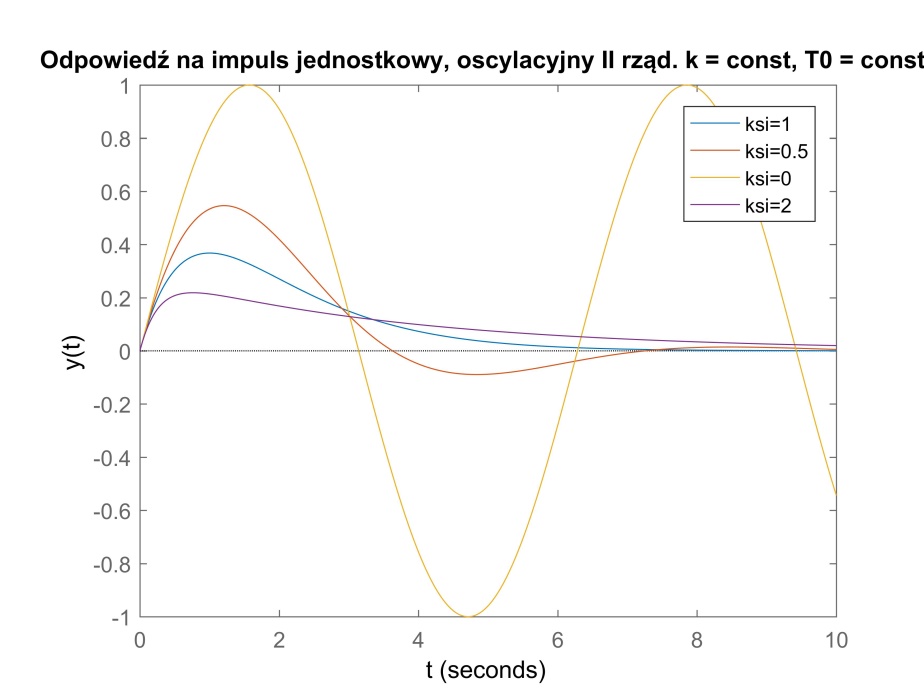
* ksi = 0 – oscylacyjny nietłumiony, obiekt nie osiąga stanu ustalonego, lecz oscyluje wokół niego ze stałą amplitudą.
* 0 < ksi < 1 - oscylacyjny tłumiony, obiekt asymptotycznie osiąga stan ustalony, oscylując wokół niego z gasnącą amplitudą.
* ksi = 1 – aperiodyczny krytyczny
* ksi > 1 – aperiodyczny, podobnie jak w przypadku obiektu aperiodycznego krytycznego nie występują w nim oscylacje. Obiekt ten zachowuje się jak obiekt inercyjny II rzędu.



Obiekt oscylacyjny II rzędu z niezerowym tłumieniem odpowiada na impuls jednostkowy gasnącymi oscylacjami. Tutaj T0 = const i ksi=0.3, a więc wygaszenie ma identyczny czas i jest proporcjonalne dla całej rodziny charakterystyk, bez względu na wzmocnienie k.

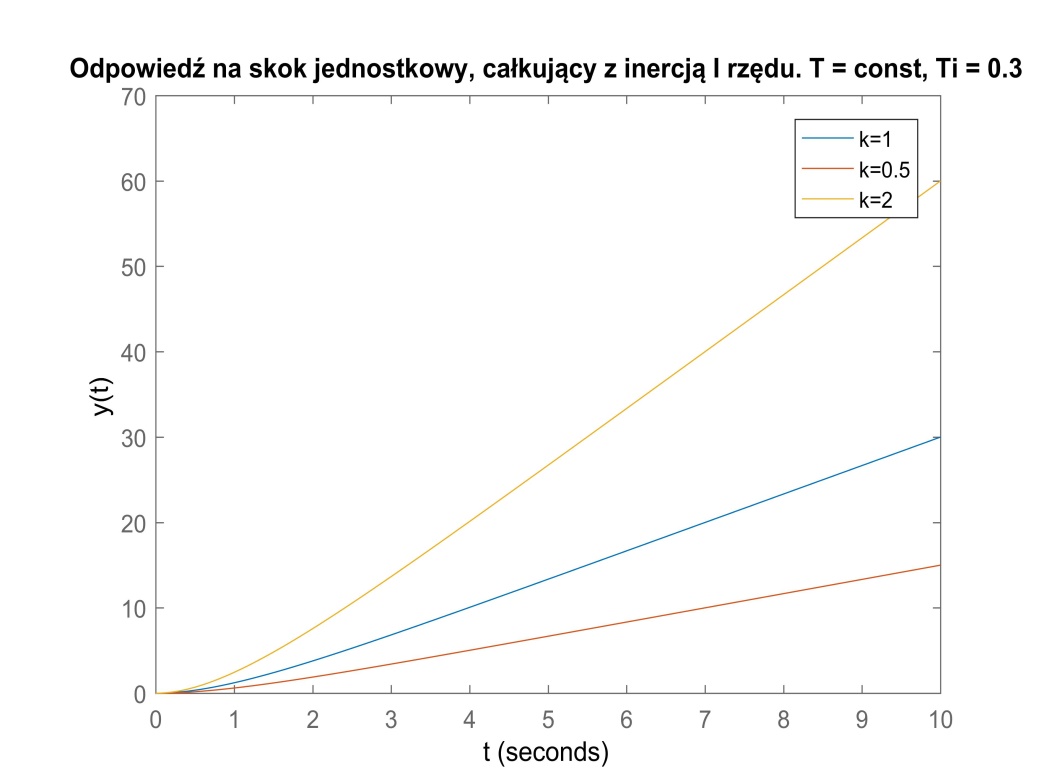


W przypadku zmiany stałej czasowej oscylacje gasną z różną dynamiką. Im stała czasowa jest mniejsza, tym szybciej obiekt wróci do stanu początkowego. Kolejnymi konsekwencjami małej stałej czasowej jest odpowiedź obiektu o zdecydowanie większym maksimum oraz większa częstotliwość oscylacji.

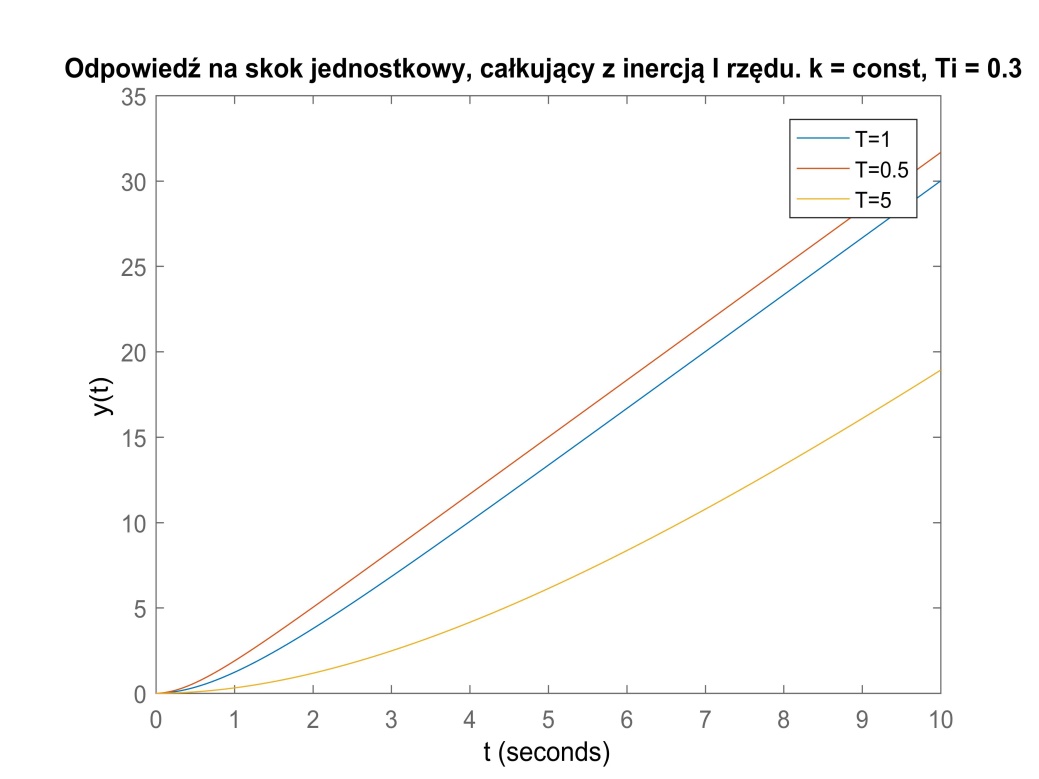


Podobnie jak w przypadku odpowiedzi skokowych, w zależności od współczynnika tłumienia obserwujemy różne zachowania obiektu. Dla braku tłumienia widzimy że wzbudzenie obiektu ma konsekwencję w postaci niegasnących oscylacji. Im współczynnik tłumienia jest większy, tym amplituda oscylacji szybciej maleje, aż do całkowitego ich zaniku dla ksi >= 1.

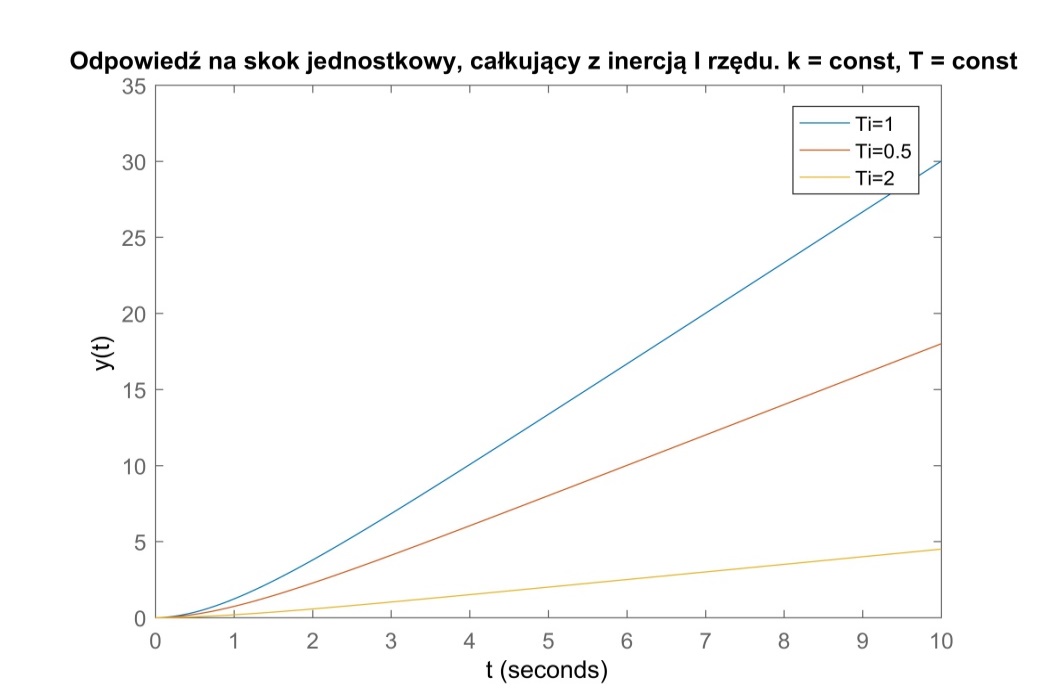
1. **Obiekt całkujący z inercją I rzędu o transmitancji**



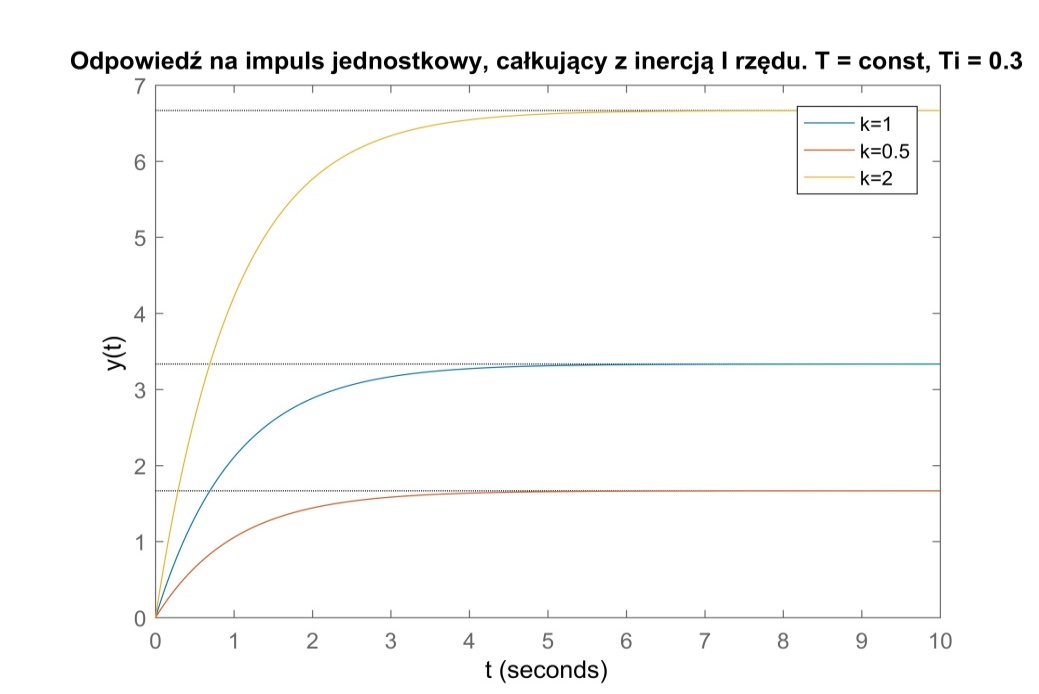
W początkowej fazie odpowiedzi widać wpływ części inercyjnej obiektu, która w miarę upływu czasu stabilizuje się i następnie przyrost jest związany ściśle z częścią całkującą. Szybkość narastania odpowiedzi jest wprost proporcjonalna do wzmocnienia k.



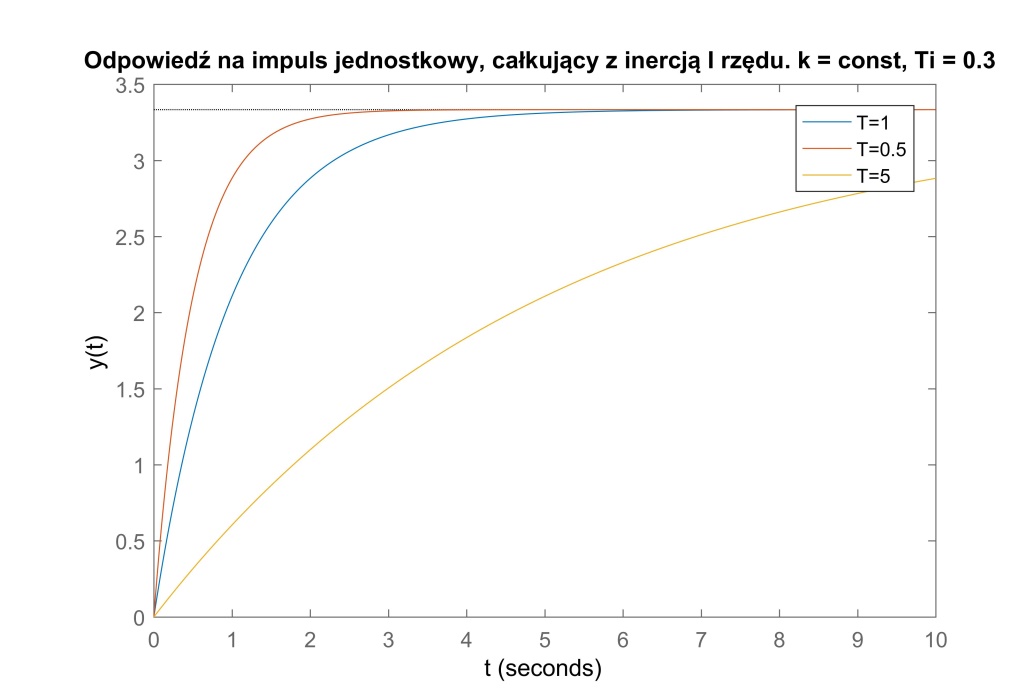
Stała czasowa T obiektu ma wpływ tylko na część inercyjną. Im jest ona większa, tym dłużej obiekt się stabilizuje.



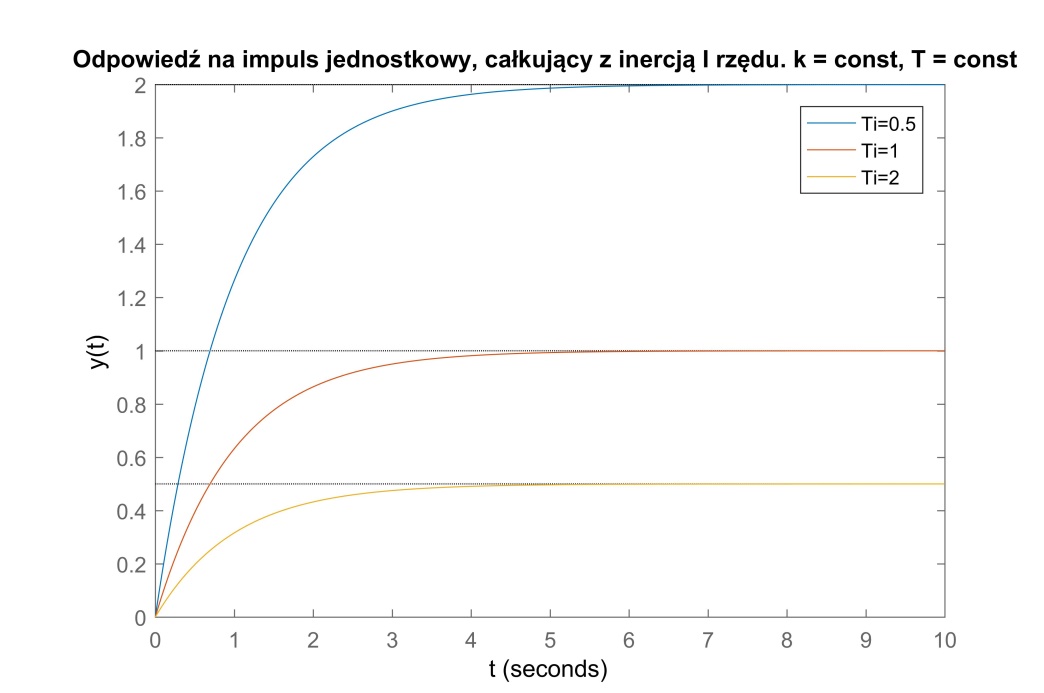
Regulując stałą całkowania Ti regulujemy nachylenie charakterystyki skokowej, której kąt jest wyrażony wzorem: – a więc im mniejsza stała całkowania, tym szybszy będzie przyrost odpowiedzi obiektu.

****

Odpowiedź obiektu całkującego z inercją na impuls jednostkowy stabilizuje się na pewnym, ustalonym poziomie, zależnym od wzmocnienia k. W idealnym obiekcie całkującym odpowiedź byłaby natychmiastowa, w przeciwieństwie do obiektu całkującego z inercją, który można traktować jako szeregowe połączenie idealnego obiektu całkującego z obiektem inercyjnym I rzędu. Tak więc odpowiedź powyższego obiektu można traktować jak odpowiedź obiektu inercyjnego I rzędu (którego wzmocnienie jest zwiększone razy) na skok jednostkowy.

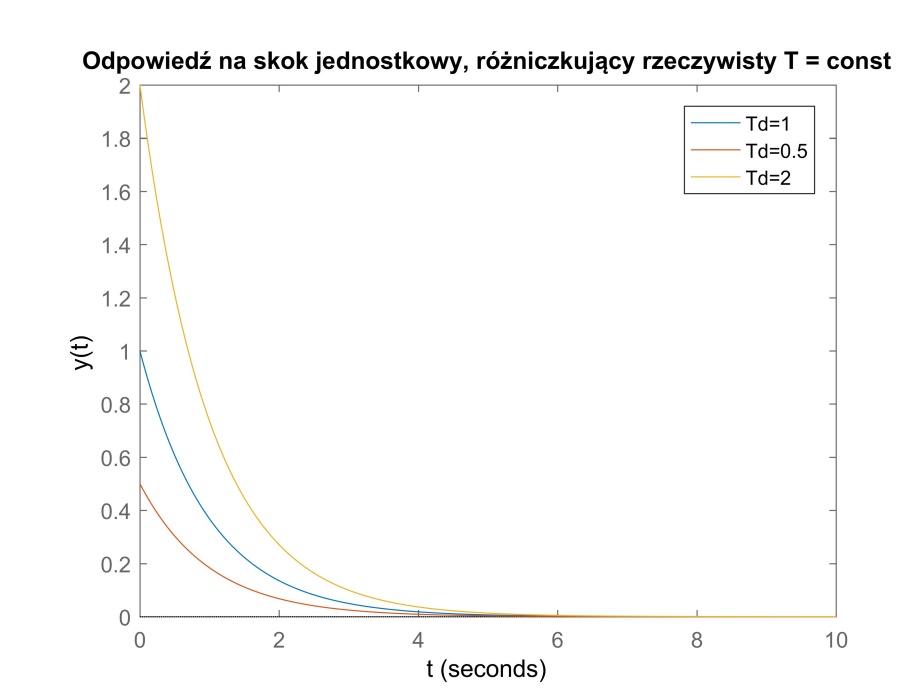
****

Im mniejsza jest stała czasowa części inercyjnej obiektu, tym jego odpowiedź jest bliższa odpowiedzi idealnego obiektu całkującego, tj. czas reakcji na impuls jednostkowy jest coraz mniejszy.

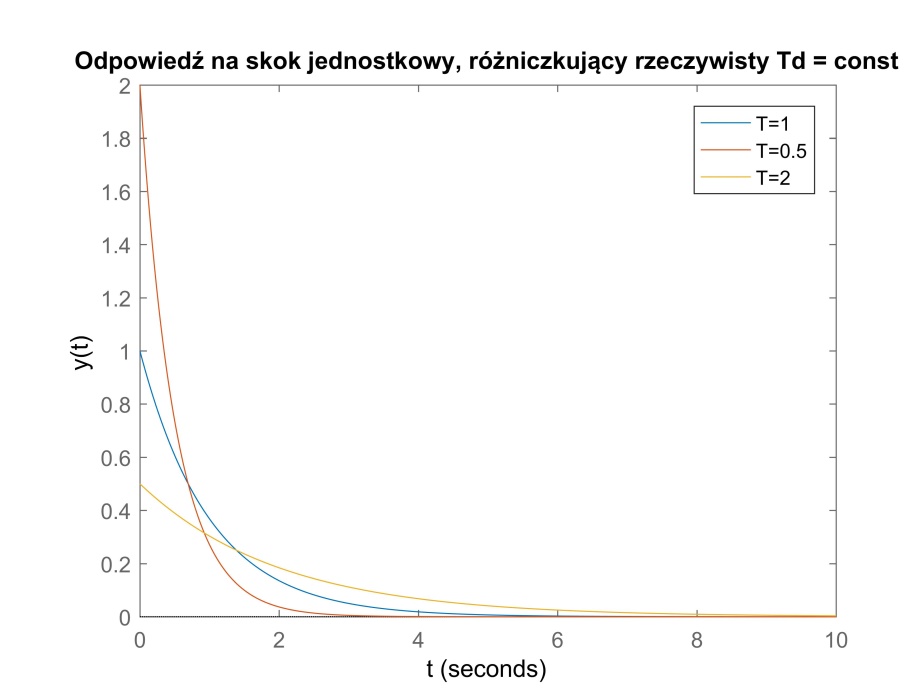
****

Idealny impuls jednostkowy jest sygnałem o nieskończenie krótkim czasie działania. Tak więc im mniejsza będzie stała czasowa obiektu całkującego, tym reakcja obiektu będzie silniejsza.

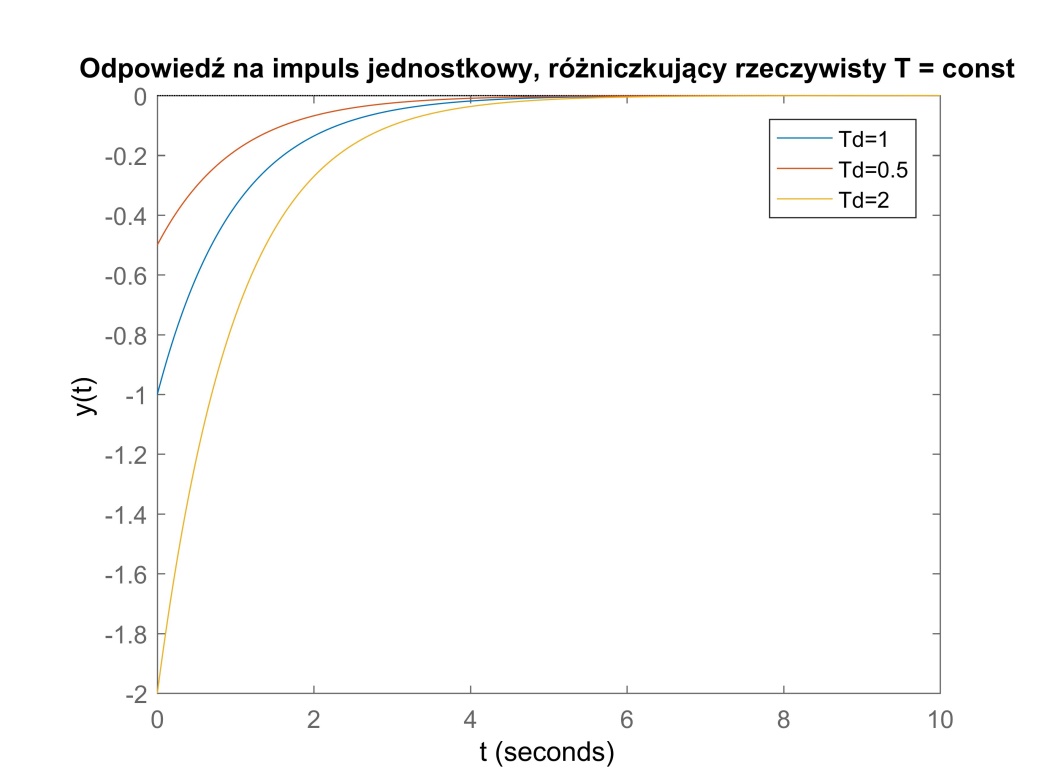
1. **Obiekt różniczkujący rzeczywisty o transmitancji**

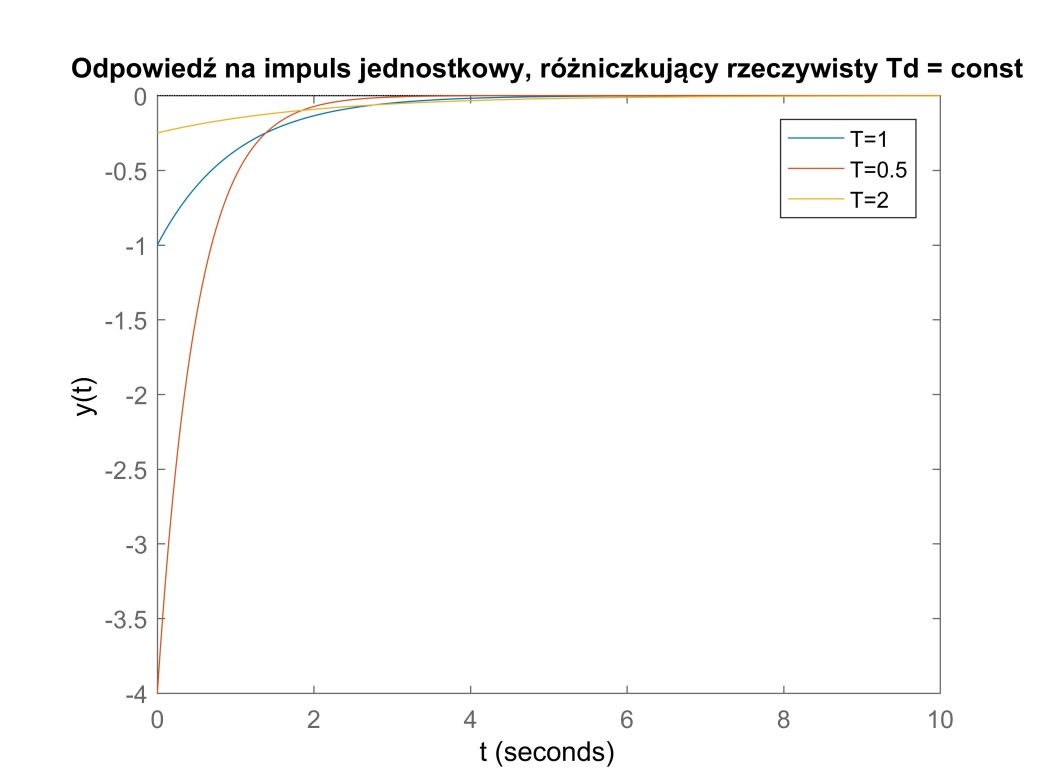
****

Obiekt różniczkujący rzeczywisty jest złożeniem obiektu inercyjnego I rzędu i obiektu różniczkującego idealnego, który na skok jednostkowy odpowiada impulsem jednostkowym. Tak więc odpowiedź powyższego obiektu jest analogiczna do odpowiedzi impulsowej obiektu inercyjnego I rzędu. Im większa jest stała różniczkowania, tym silniej odpowiada obiekt.

****

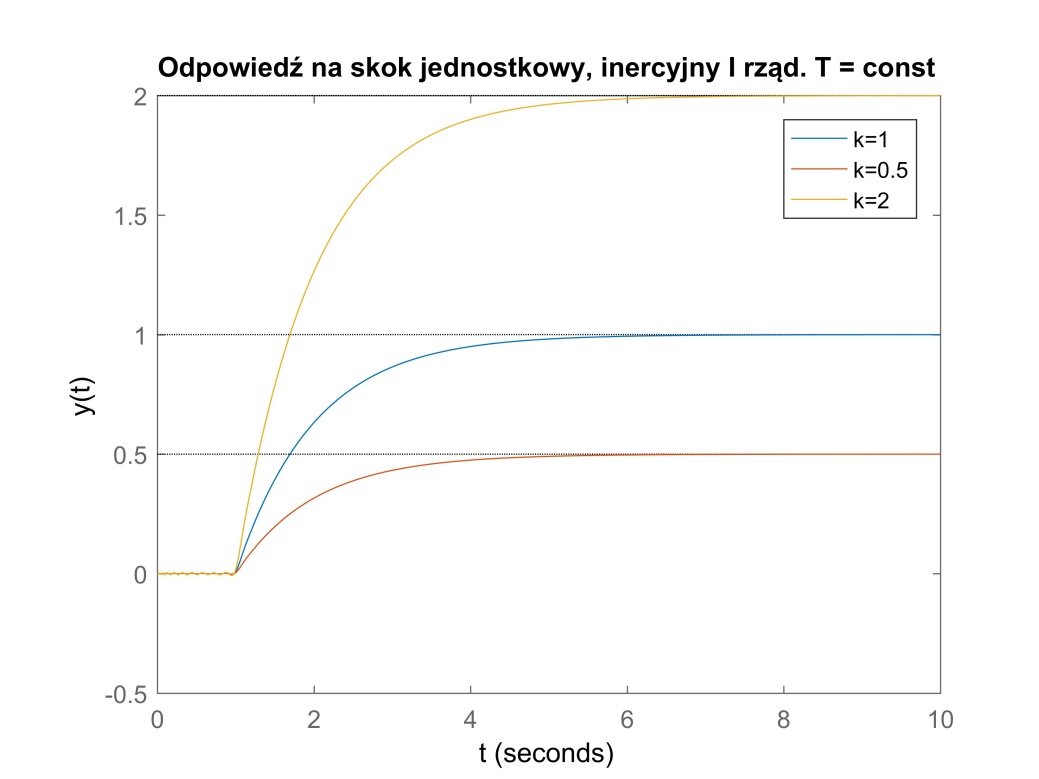
Im większa jest stała czasowa części inercyjnej tym słabiej reaguje obiekt oraz przebieg jego charakterystyki impulsowej jest łagodniejszy i dłużej trwa powrót do stanu początkowego.

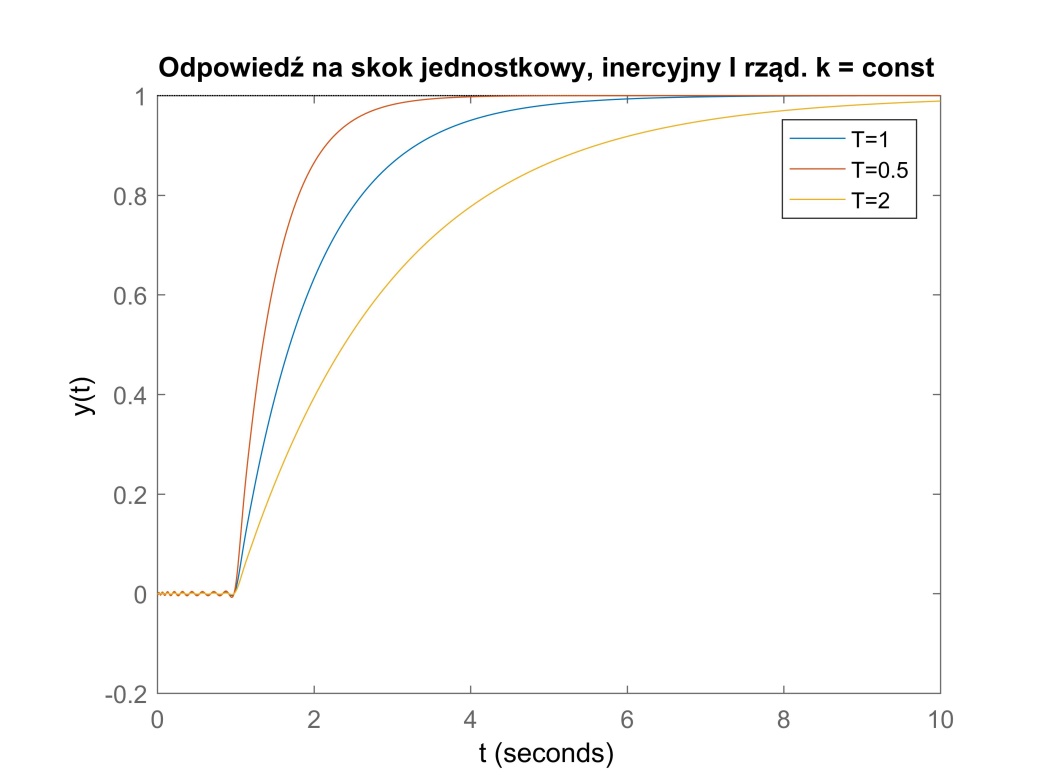
****

****

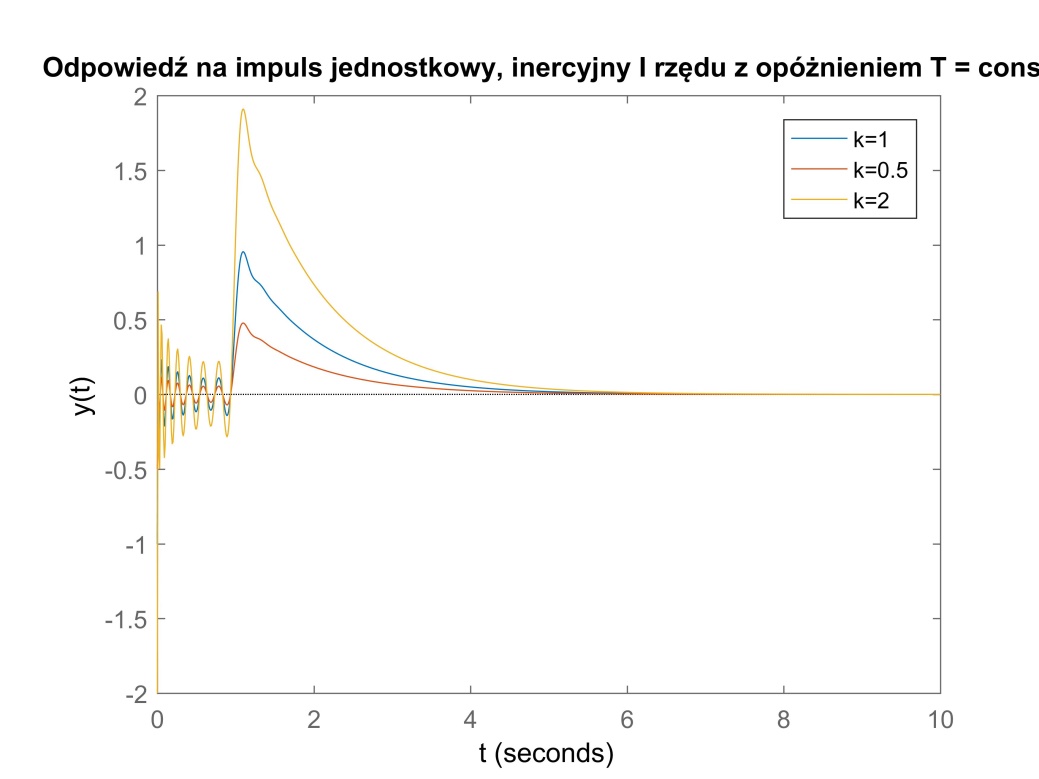
Charakterystyki impulsowe obiektu inercyjnego są symetryczne względem osi czasu do jego odpowiedzi skokowych. Spowodowane jest to tym, że idealny impuls jednostkowy ma nieskończenie krótki czas trwania i jego przebieg zmienia się dwukrotnie – raz z 0 na +oo,   
a później z +oo na 0, tak więc odpowiedź obiektu różniczkującego na takie sterowanie daje ujemny impuls jednostkowy.

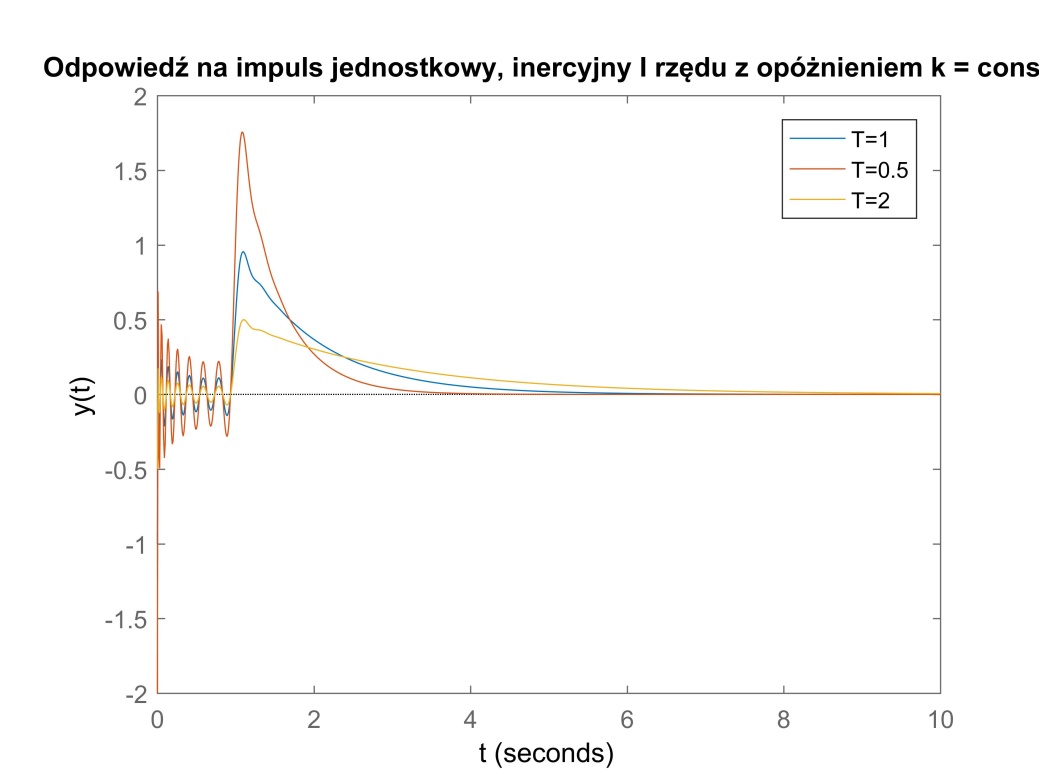
1. **Obiekt inercyjny I rzędu z opóźnieniem o transmitancji**





Widzimy że w przypadku odpowiedzi obiektu inercyjnego I rzędu z opóźnieniem na skok jednostkowy dla ustalonej stałej czasowej T i zmiennego wzmocnienia k jak i ustalonego wzmocnienia k i zmiennej stałej czasowej T odpowiedź obiektu jest analogiczna do odpowiedź obiektu inercyjnego I rzędu, jedyną różnicą jest czas martwy, równy . Może on reprezentować np. opóźnienie transmisyjne obiektu rzeczywistego.



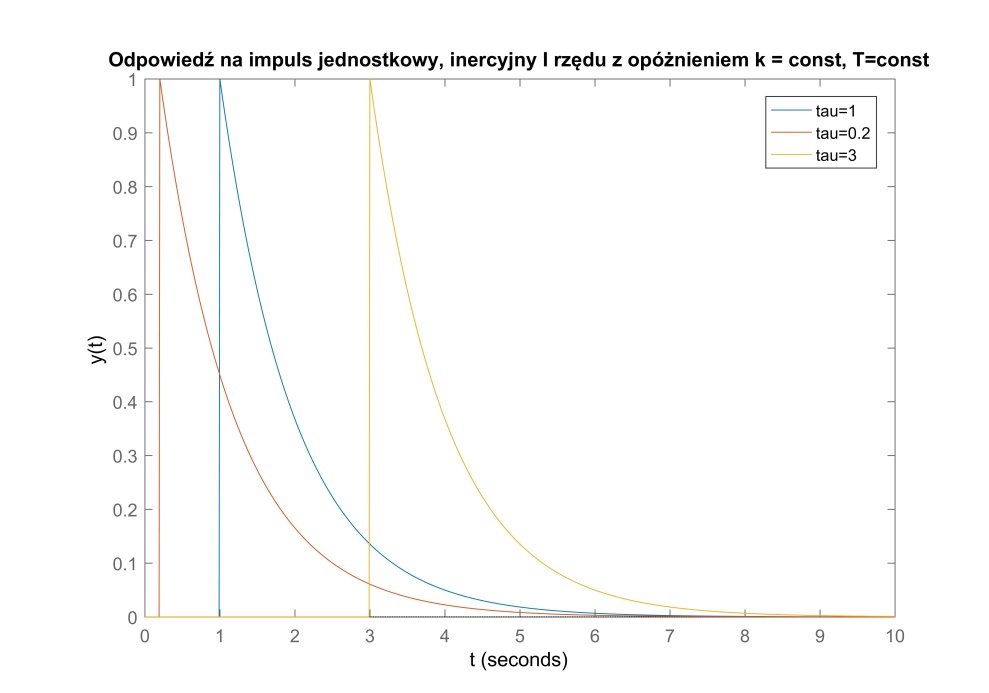
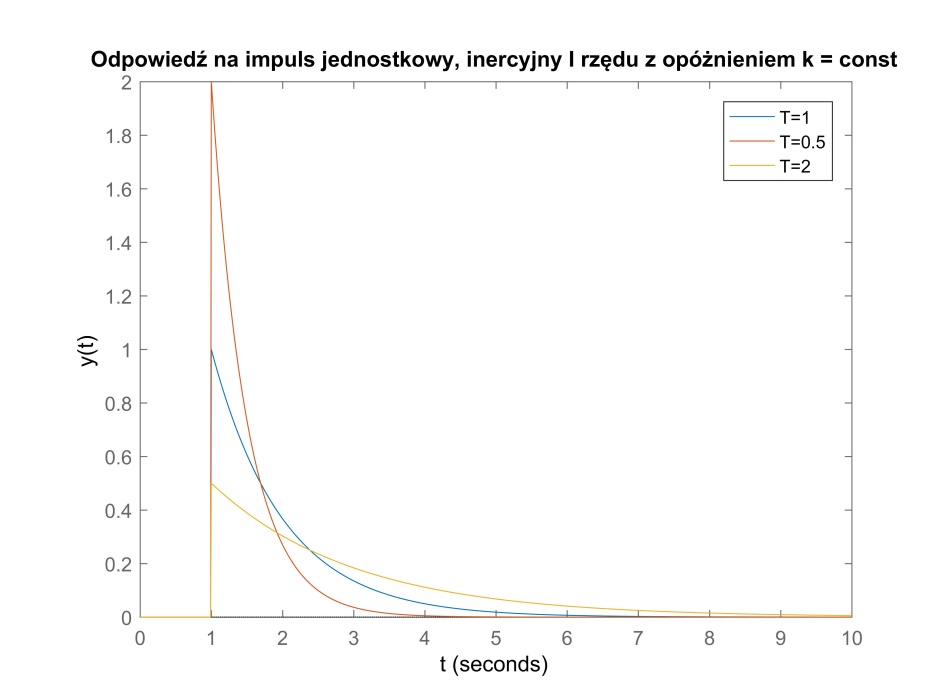
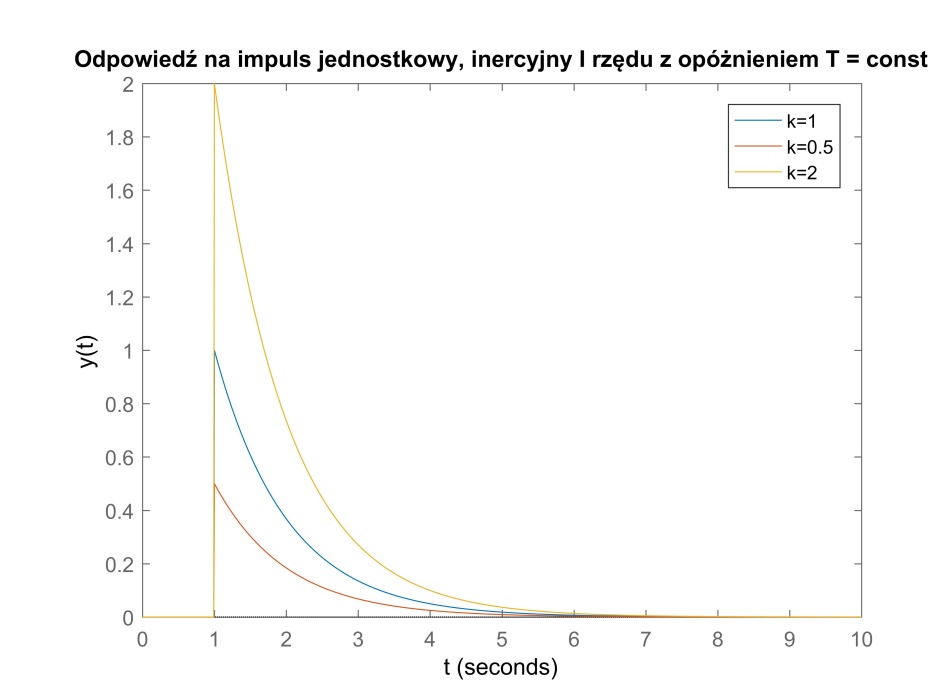


W przypadku odpowiedzi na impuls jednostkowy odpowiedź dla obiektu inercyjnego I rzędu   
z opóźnieniem również różni się od odpowiedzi obiektu inercyjnego tylko czasem martwym, równym . Powyższe wykresy przedstawiają odpowiedź z wykorzystaniem aproksymacji Pade’go. Wyniki odpowiedzi na impuls były mało satysfakcjonujące, postanowiliśmy więc spróbować innej metody, otrzymując wyniki zaprezentowane na kolejnej stronie.

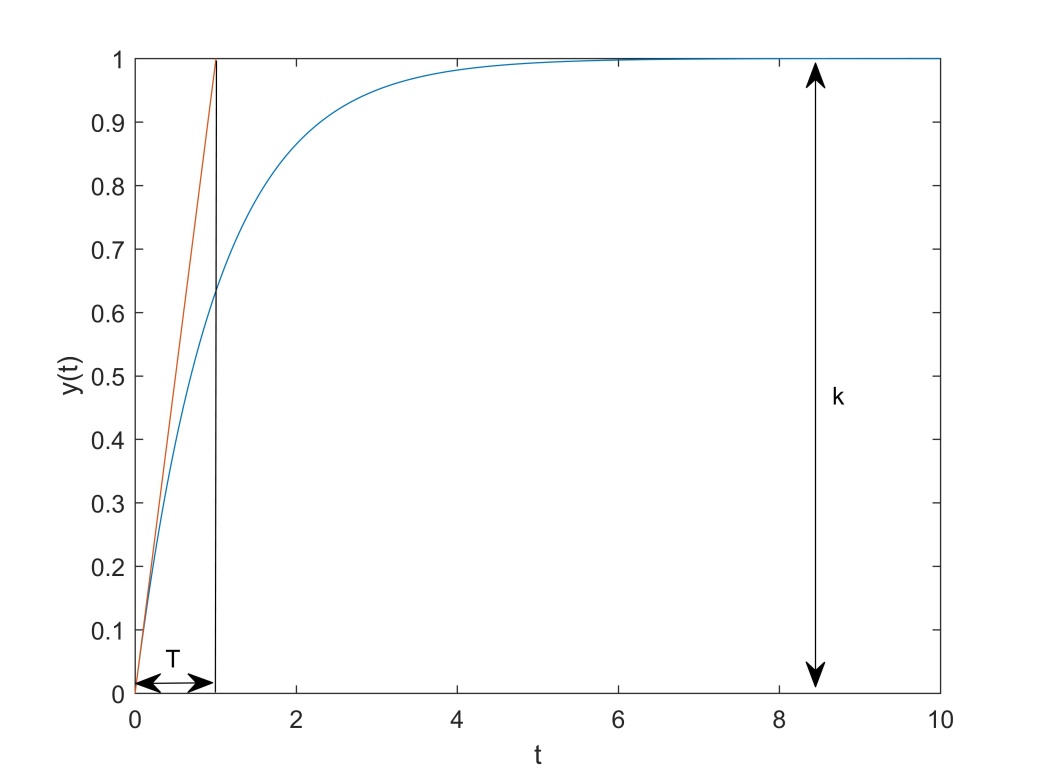
s= tf('s')

G = k\*exp(-tau\*s)/(T\*s+1)

impulse(G,t)



1. Graficzna identyfikacja parametrów obiektu. W tym ćwiczeniu „zapominamy” jaki obiekt analizujemy.
2. Obiekt nr 1

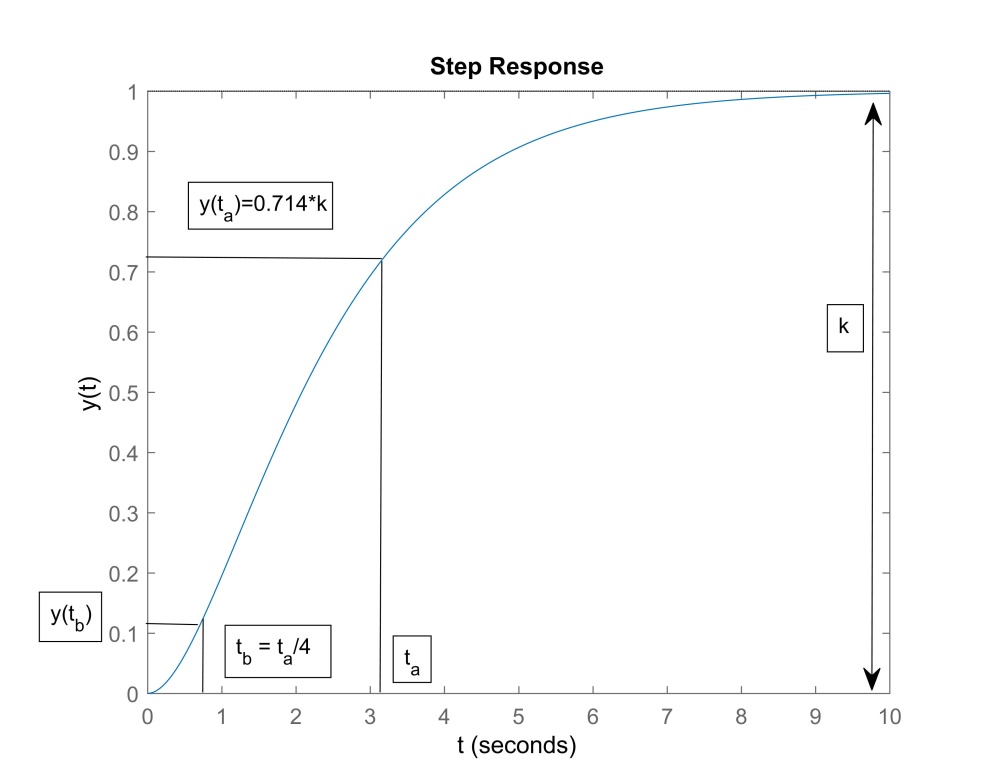


Powyższy obiekt identyfikujemy jako obiekt inercyjny pierwszego rzędu, ponieważ charakterystyka skokowa nie zawiera punktu przegięcia, który jest charakterystyczny dla obiektów II rzędu i wyższych. Wzmocnienie k odczytujemy jako wartość stanu ustalonego, czyli w analizowanym obiekcie k=1. Następnie prowadzimy styczną   
w punkcie t=0 do wykresu odpowiedzi i znajdujemy punkt przecięcia z osią y=k. Wartość osi odciętych w tym punkcie jest stałą czasową identyfikowanego obiektu, a więc T=1.

Wyniki identyfikacji – Obiekt inercyjny I rzędu o parametrach k=1 i T=1.

Parametry odpowiadają rzeczywistym parametrom obiektu, a więc identyfikacja dała dobry rezultat.

1. Obiekt nr 2



Powyższy obiekt identyfikujemy jako obiekt inercyjny drugiego rzędu, ponieważ charakterystyka skokowa zawiera punkt przegięcia, który jest charakterystyczny dla obiektów II rzędu i wyższych. Wzmocnienie k odczytujemy jako wartość stanu ustalonego, czyli w analizowanym obiekcie k=1. Następnie postępuje zgodnie z poniższym algorytmem przedstawionym nam na Modelowaniu Systemów Dynamicznych:

* znajdujemy czas odpowiadający , (funkcją ginput)
* obliczamy ,
* określamy wartość ,
* znajdujemy w tabeli stosunek T2 / T1,
* wyznaczamy T1 i T2 na podstawie wzorów:

Po obliczeniach otrzymaliśmy :

Wyniki identyfikacji – Obiekt inercyjny II rzędu o parametrach k=1 i .