Identyfikacja obiektu regulacji

Wojciech Dziuba
Grupa 1b środa 9:30
20.03.2019

Część 1

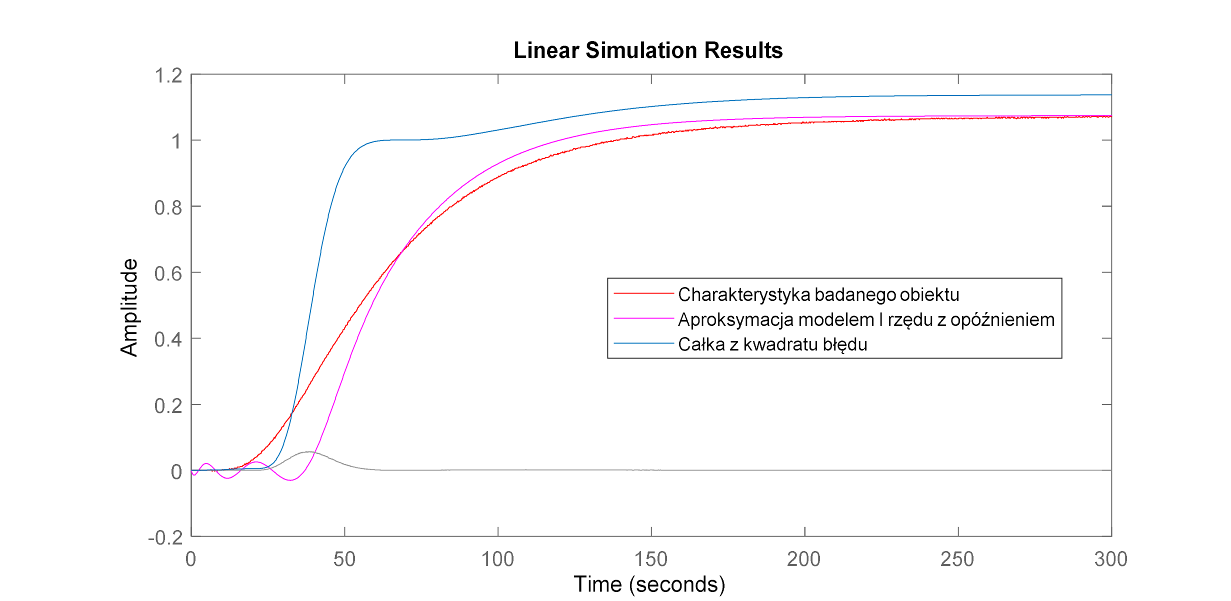
Model transmitancji wykorzystany w pierwszej części ćwiczenia:

$$G(s) = \frac{ke^{-s\tau}}{(Ts+1)}$$

Wartość wzmocnienia k została odczytana z wykresu badanej charakterystyki jako maksymalna wartość jaką ta charakterystyka osiąga, zatem k = 1.0742. Taka sama wartość k została również przyjęta w części 2 i części 3 ćwiczenia.

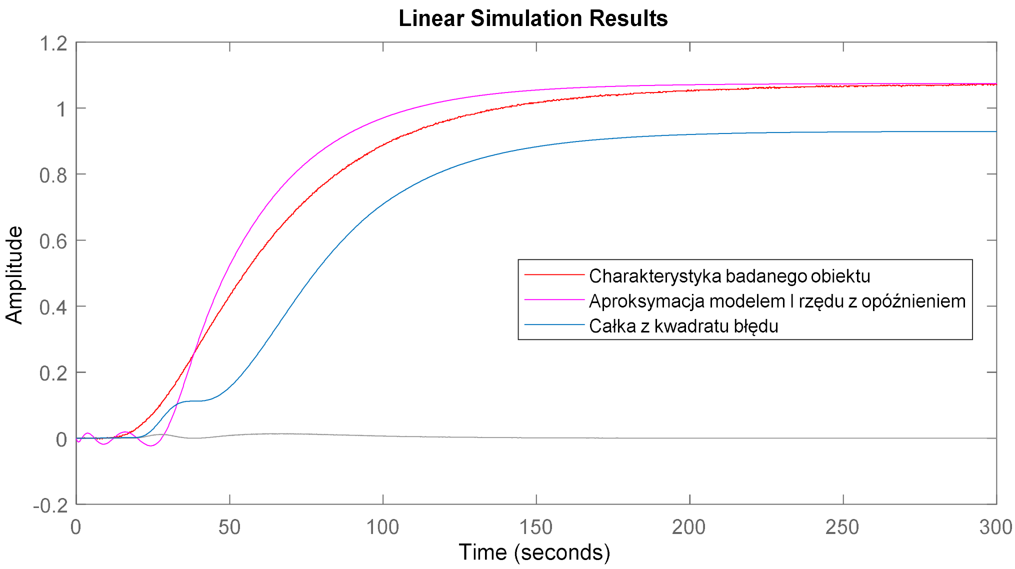
Wartość pozostałych dwóch zmiennych została dobrana jako: $\tau = 40, T = 30$.

Następnie wykonano charakterystykę tego obiektu w programie MATLAB.



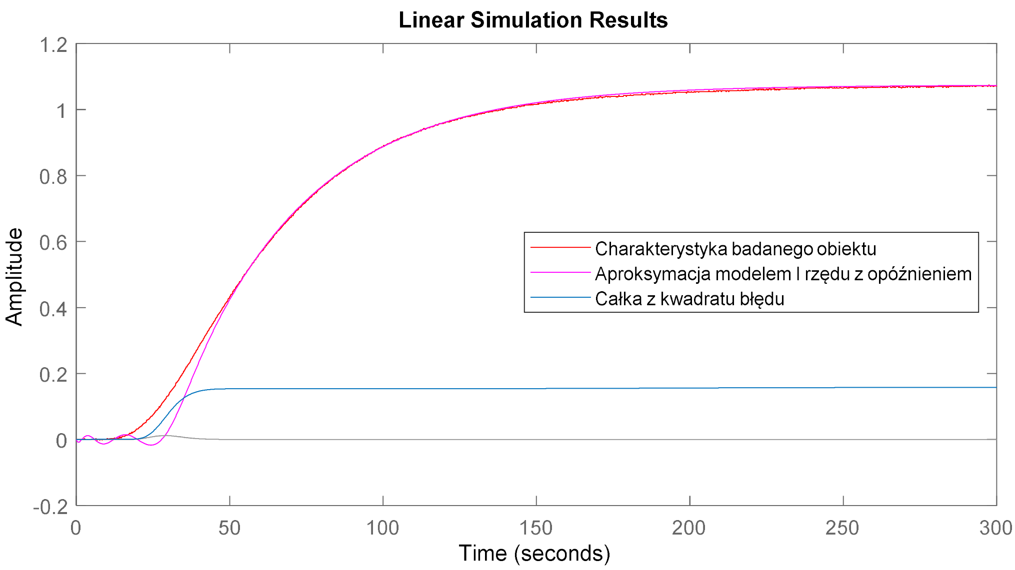
Wykres 1.1 Pierwsze przybliżenie

Jak można łatwo zauważyć przyjęte opóźnienie $\tau = 40$ jest zbyt duże dlatego przy kolejnej próbie przybliżenia przyjmiemy $\tau = 30$. Wartość całki z kwadratu błędu to 11,3687.



Wykres 1.2 Drugie przybliżenie

Kolejne przybliżenie jest znacznie lepsze, wartość całki z kwadratu błędu spadła do 9,2912. W następnym kroku zwiększymy wartość stałej czasowej T do 40 w celu spowolnienia przyrostu amplitudy.



Wykres 1.3 Trzecie przybliżenie

Gwałtownie spadła wartość całki z kwadratu błędu, która teraz wynosi 1,5792. Charakterystyka aproksymacji bardzo szybko zbliża się kształtem do charakterystyki badanego obiektu, w związku z czym wzrost wartości błędu w czasie jest niemal zerowy.

Najlepsze przybliżenie uzyskano dla
k = 1,0742,
$\tau = 30$,
T = 40.

Całka z kwadratu błędu wyniosła: 1,5792

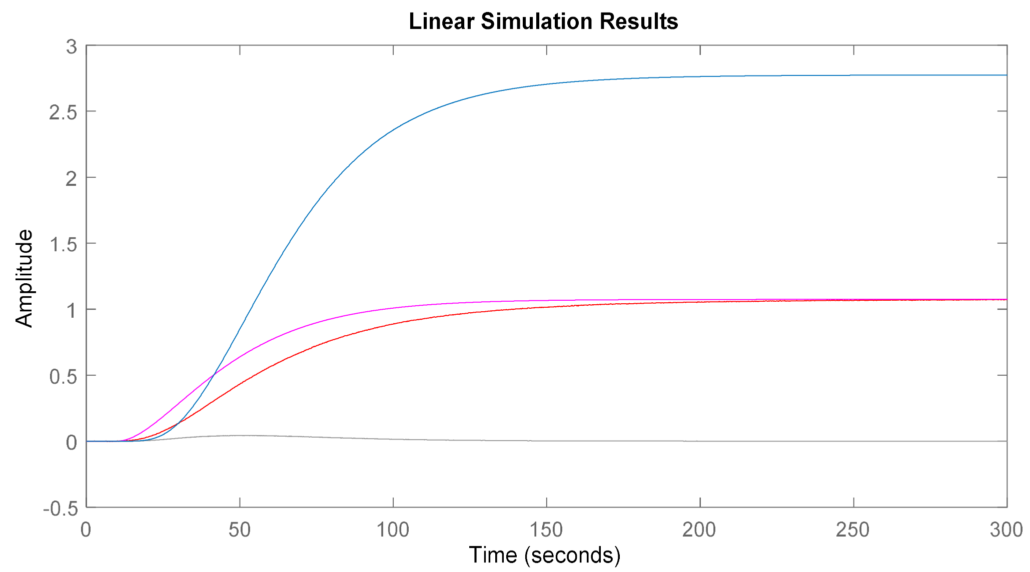
Część 2.

Model transmitancji wykorzystany w pierwszej części ćwiczenia:

$$G(s) = \frac{ke^{-s\tau}}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)} - \ aproksymacja\ Kupfmuellera$$

Wartość wzmocnienia została przyjęta taka sama jak w części pierwszej k = 1,0742.

Początkowe wartości stałych zostały przyjęte jako: $T_1 = T_2 = 20$, $\tau = 10$

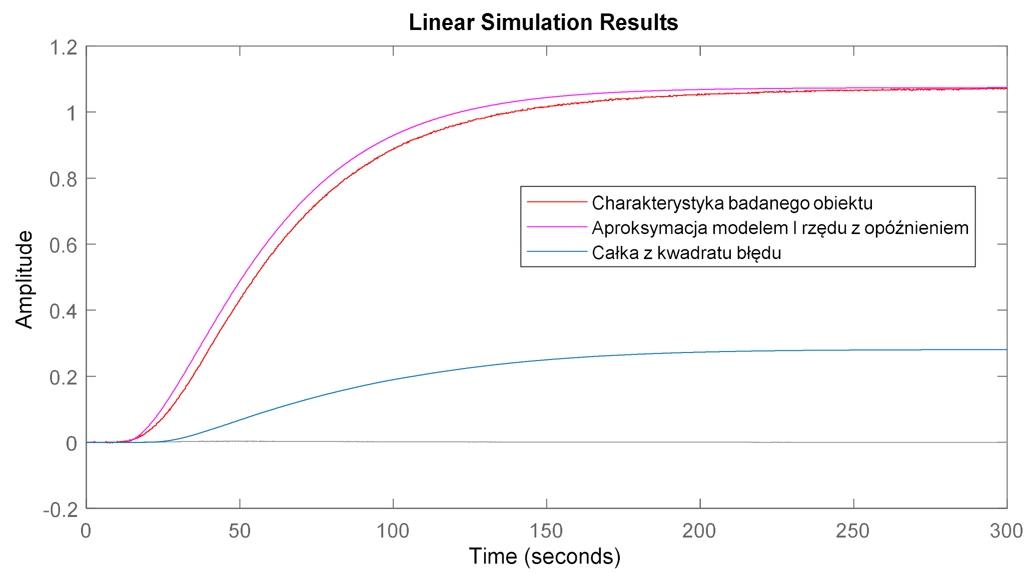


Wykres 1.3 Pierwsze przybliżenie

Przybliżenie nie jest zbyt dobre i całka z kwadratu błędu jest bardzo duża i wynosi 27,7405.

Mimo wszystko wartość τ była dość dobrze dobrana i w kolejnym przybliżeniu przyjmiemy ją jedynie o 2 większą, czyli $\tau = 12$.

Szybkość wzrostu amplitudy jest stanowczo za duża, więc w kolejnym kroku zwiększymy wartość jednej ze stałych czasowych o 10, a więc $T_1 = 30, T_2 = 20$.

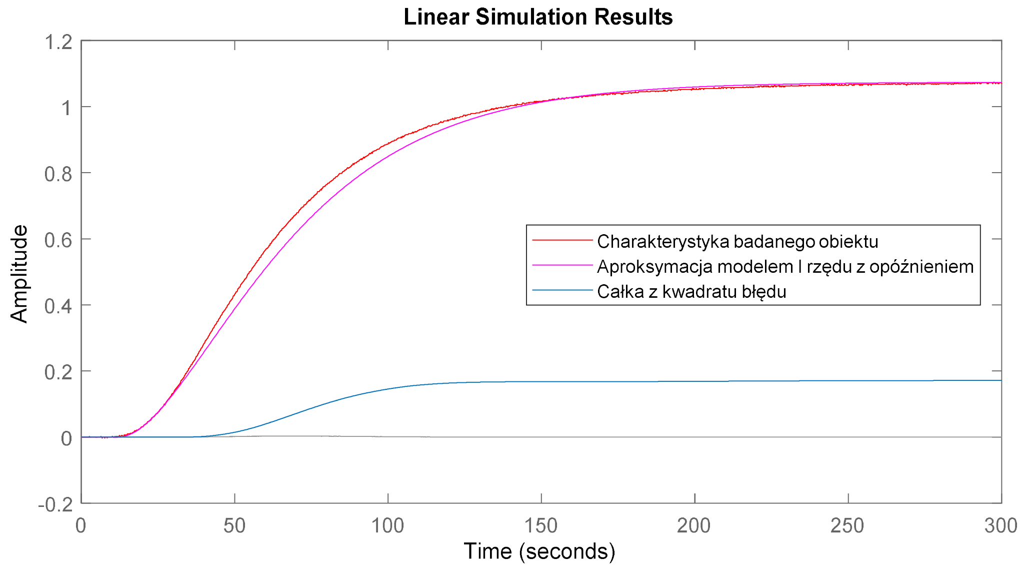


Wykres 2.2 Drugie przybliżenie

Kolejne przybliżenie jest już dużo lepsze. Całka z kwadratu błędu spadła do 2,8073.

Wartość opóźnienia τ wydaje się już być dobrze dobrana, dlatego w kolejnym przybliżeniu nie będzie modyfikowana.

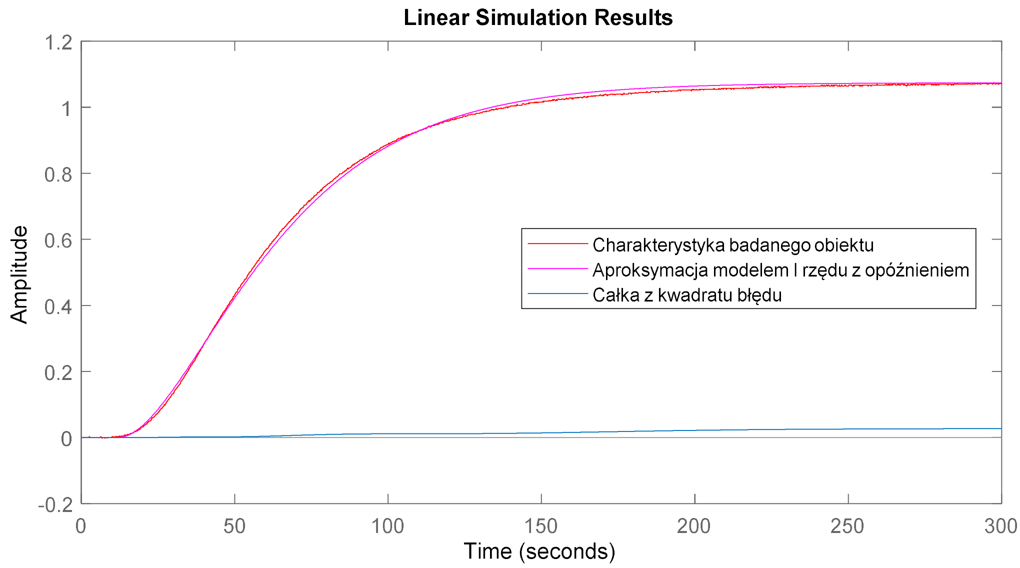
Nadal jednak można zauważyć, że szybkość narastania amplitudy jest nieco zbyt duża, zatem w kolejnym kroku zwiększymy drugą stałą czasową o 10, a więc $T_2 = 30$.



Wykres 2.3 Trzecie przybliżenie

Można zauważyć spadek całki z kwadratu błędu, która teraz wynosi 1,7156, jednak przy obecnych wartościach stałych czasowych prędkość przyrostu amplitudy jest zbyt niska.

W kolejnym kroku obniżymy wartości obu stałych czasowych o 2, zatem $T_1 = T_2 = 28$.



Wykres 2.4 Czwarte przybliżenie

Wartość całki z kwadratu błędu spadła do 0,2676, a jej wykres nieznacznie rośnie przez większość czasu trwania pomiaru by pod koniec stać się równoległym do osi czasu.

Charakterystyka aproksymacji niemal idealnie pokrywa się z charakterystyką badanego obiektu od samego początku wykresu.

Najlepsze przybliżenie uzyskano dla
k = 1,0742,
$\tau = 12$,
$T_1 = 28$,
$T_2 = 28$.

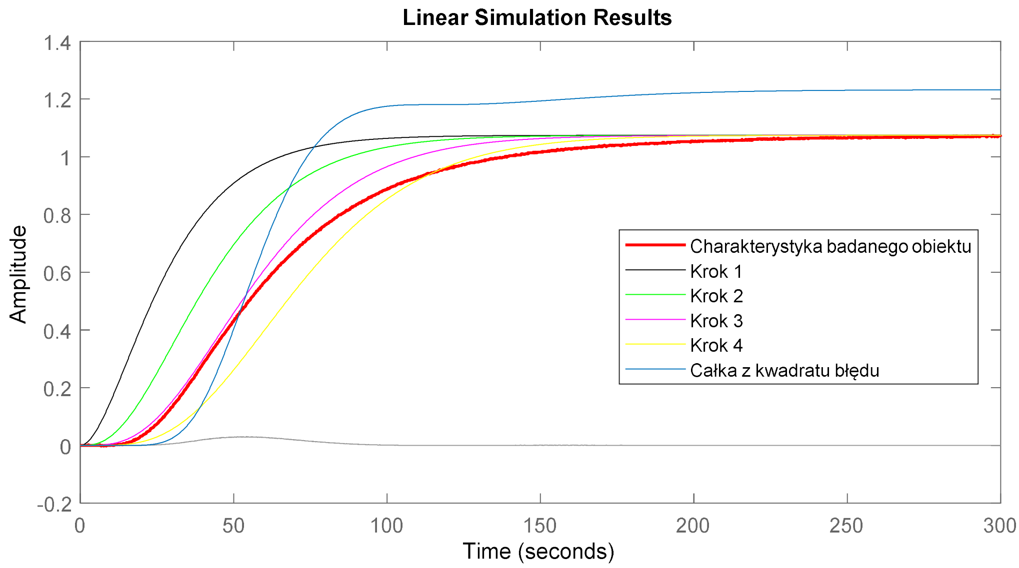
Całka z kwadratu błędu wyniosła: 0,2676.

Część 3.

Model transmitancji wykorzystany w pierwszej części ćwiczenia:

$$G(s) = \frac{k}{(Ts+1)^n} - \mathit{aproksymacja\ Strejca}$$

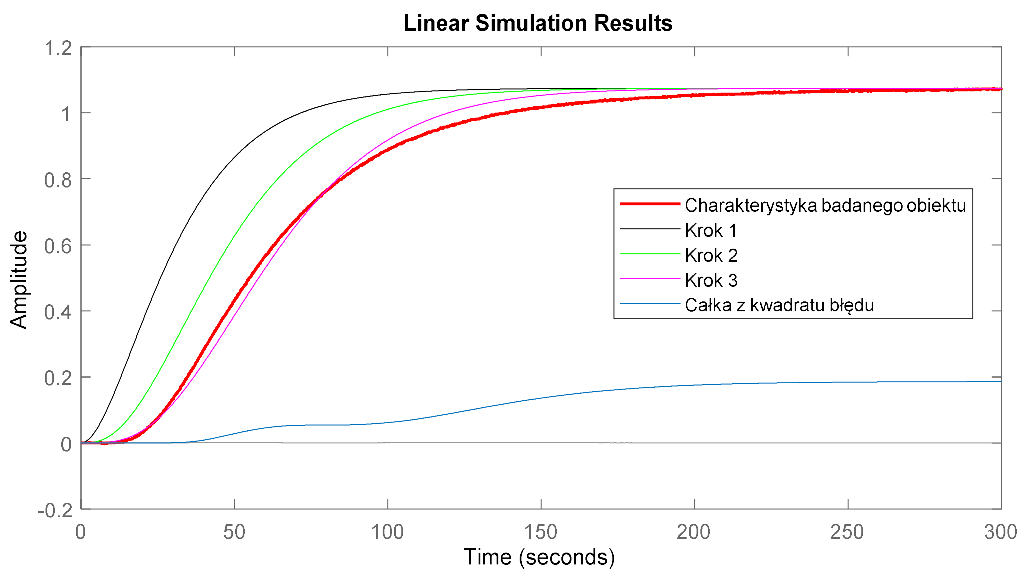
W pierwszym kroku wykonano aproksymację czwartego stopnia (n = [1,2,3,4]) przy stałej czasowej T = 15.



Wykres 3.1 Pierwsze przybliżenie

Całka z kwadratu błędu wynosi 12,3184.

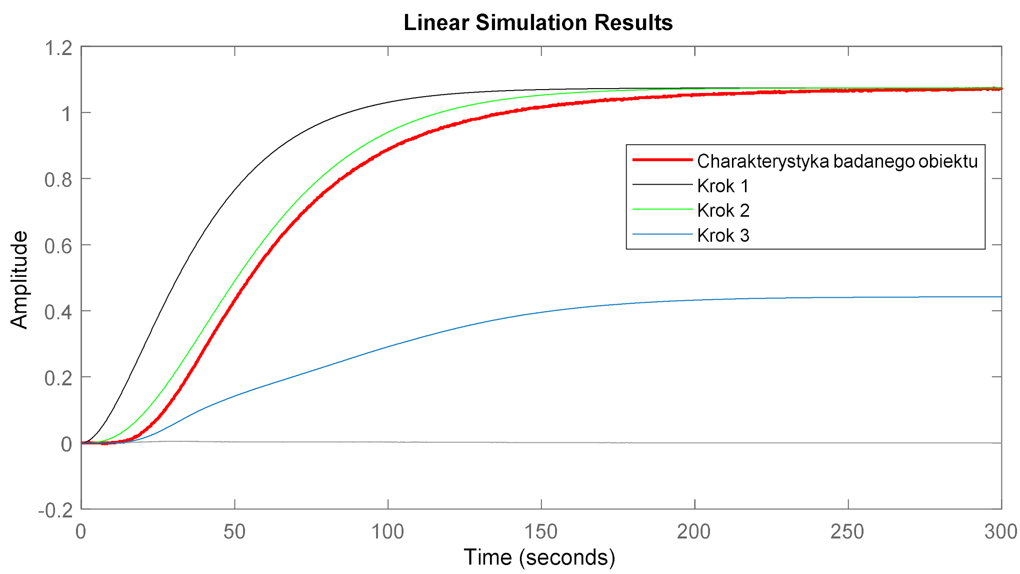
Nie jest to najlepsze przybliżenie, w następnym przybliżeniu spróbujemy aproksymacji 3 stopnia i zwiększymy nieznacznie stałą czasową do T = 16.5, aby spowolnić wzrost amplitudy.



Wykres 3.2 Drugie przybliżenie

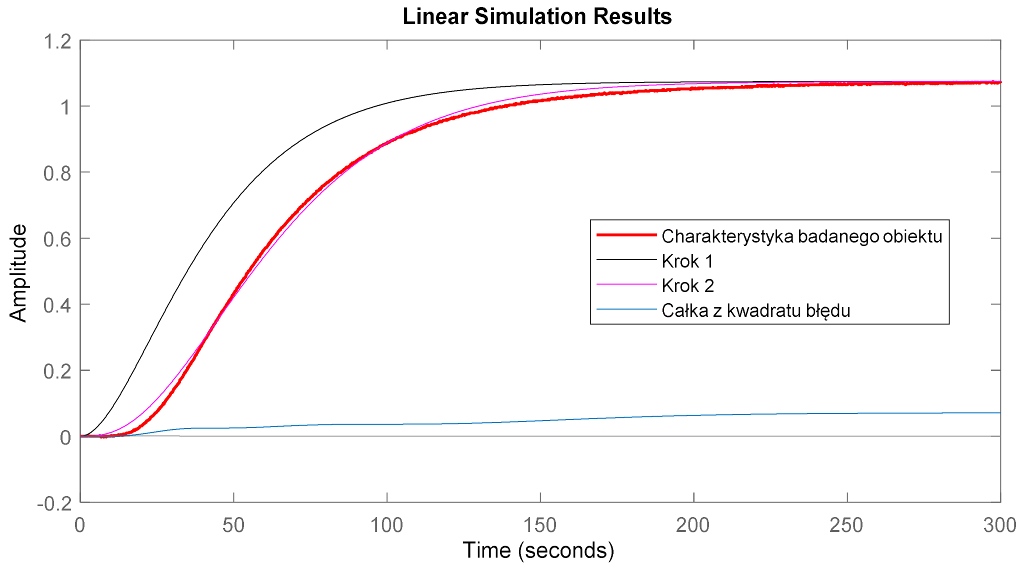
Otrzymana przybliżenie jest znacznie lepsze, wartość całki kwadratu błędu wynosi 1,861.

Analiza wykresu pozwala jednak sądzić, że aproksymacja drugiego rzędu może dać jeszcze lepsze wyniki, dlatego zwiększamy stałą czasową T do 20 i zmniejszamy rząd aproksymacji do drugiego (n = [1,2]).



Wykres 3.3 Trzecie przybliżenie

Wartość całki z kwadratu błędu wzrosła do 4,4222, jednak rzeczywiście kształt charakterystyki jest znacznie bliższy badanemu, dlatego w następnym kroku zwiększymy wartość stałej czasowej T do 22,2.



Wykres 3.4 Czwarte przybliżenie

Otrzymana przybliżenie jest najlepszym do tej pory, a całka z kwadratu błędu wynosi jedynie 0,7085.

Charakterystyka aproksymacji bardzo szybko zbliża się do charakterystyki badanego obiektu, a wartość całki kwadratu błędu szybko się stabilizuje.

Najlepsze przybliżenie uzyskano dla
n = [1,2],
T = 22,2.

Całka z kwadratu błędu wyniosła: 0,7085.

Wnioski.

W pierwszej metodzie najlepsze przybliżenie uzyskano dla parametrów: k = 1,0742, $\tau = 30$, $T_1 = 40$, , z całką kwadratu błędu wynoszącą 1,5792.

W trzeciej metodzie najlepsze przybliżenie uzyskano dla drugiego rzędu aproksymacji, przy parametrach: n = [1,2], T = 22,2, z całką z kwadratu błędu równą 0,7085.

Najlepsze przybliżenie uzyskano dla drugiej metody – aproksymacji Kupfmuellera. W jej przypadku całka z kwadratu błędu wynosiła zaledwie 0,2676, dal parametrów: k = 1,0742, $\tau = 12$, $T_1 = 28$, $T_2 = 28$.