

Teoria Sterowania

Problem mieszania katalizatorów Laboratorium 2

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wskazanie przybliżonego rozwiązania zadania sterowania mieszania katalizatorów oraz dobranie sterowania, które zapewni maksymalizację wskaźnika jakości.

2 Opis problemu

Problemem postawionym w ćwiczeniu było zapoznanie się z procesem mieszania katalizatorów, a następnie znalezienie optymalnej wartości zadanego sterowania u . Proces został opisany dwoma równaniami różniczkowymi oraz jednym równaniem algebraicznym:

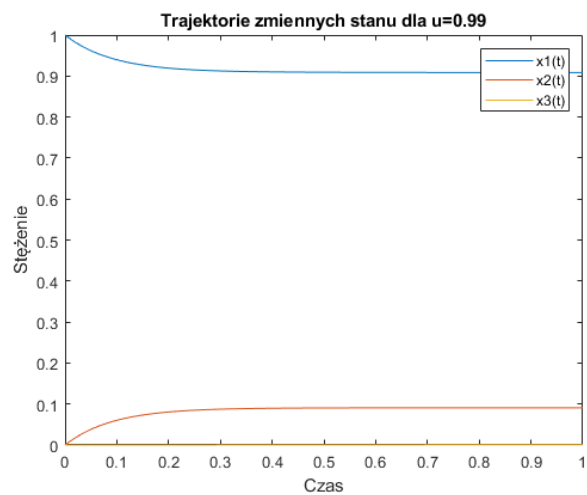
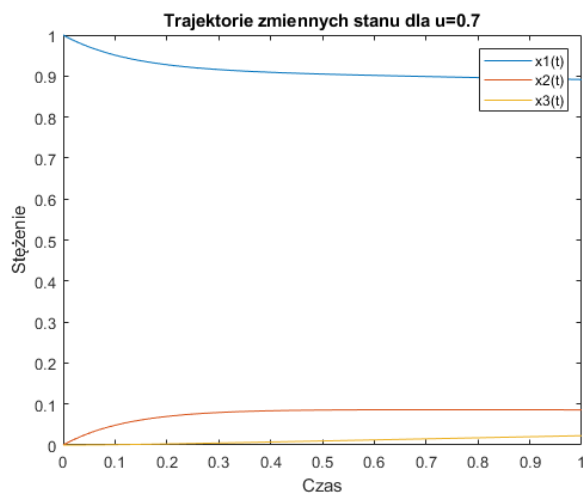
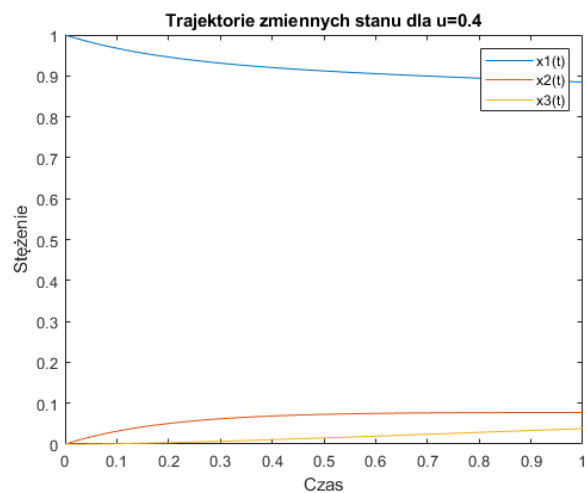
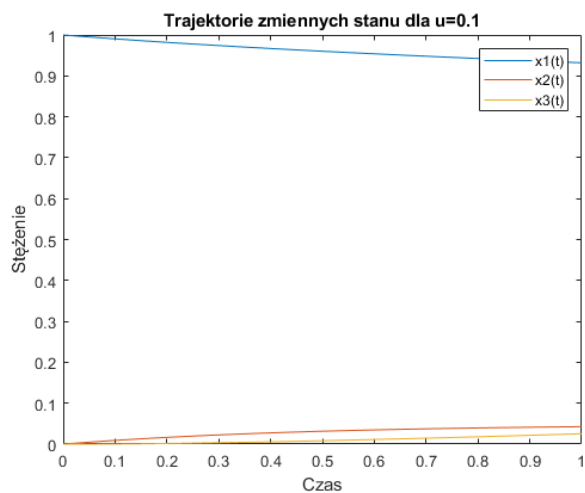
$$\begin{cases} \dot{x}_1 = u(10x_2 - x_1) \\ \dot{x}_2 = u(x_1 - 10x_2) - (1 - u)x_2 \\ x_3 = 1 - x_1 - x_2 \end{cases}$$

Dodatkowo zadana była wartość początkowa $x(0)=[1.0 \ 0.0]$ oraz czas trwania procesu $t_{span}=[0.0 \ 1.0]$. Jako wskaźnik jakości została wybrana zmienna x_3 w chwili 1.0, co oznacza, iż należy znaleźć $\max(x_3(1.0))$.

3 Wykonanie zadania

W celu znalezienia największej wartości wskaźnika jakości należy zbadać jak zmienia się wartość wskaźnika od zadanego sterowania. W tym celu zbadano przebieg trajektorii zmiennych stanu dla wybranych wartości u z zakresu $[0, 1]$, otrzymane wykresy przedstawiono na rysunku 1.

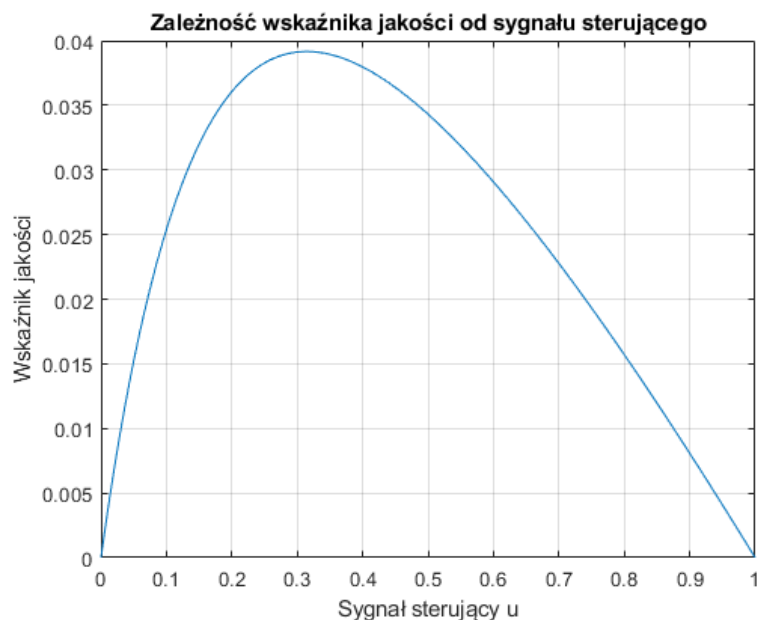
Wartości wskaźnika jakości dla analizowanych przypadków sterowań zostały przedstawione w tabeli 1. Dodatkowo w celu wyznaczenia dokładnej wartości sterowania dla którego wartość wskaźnika jest maksymalna. Został wyznaczony wykres zależności sterowania od wartości wskaźnika jakości przedstawiony na rysunku 2.



Rysunek 1: Wykresy trajektorii zmiennych stanu dla zadanych wartości sterowania

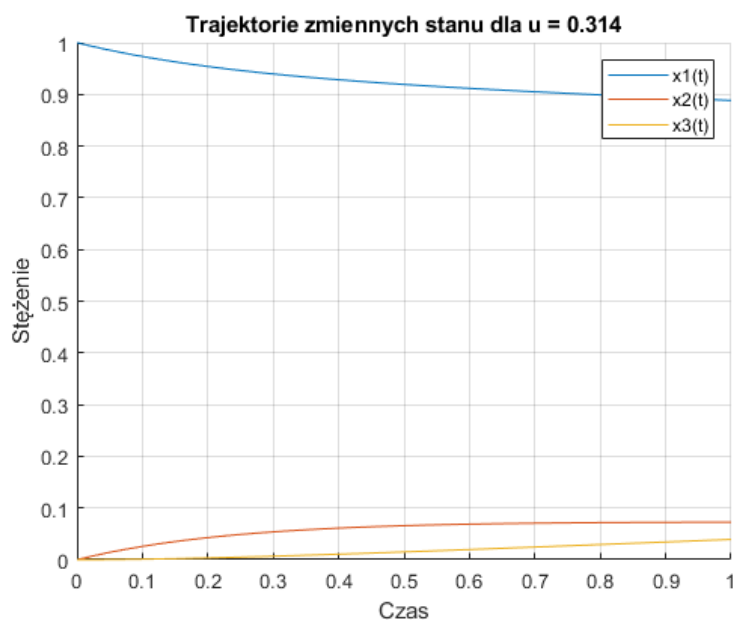
Tabela 1: Wartość wskaźnika jakości dla zadanych sterowań

Wartość sterowania	Wskaźnik jakości
0.10	0.0254
0.40	0.0380
0.70	0.0228
0.99	0.0008



Rysunek 2: Zależność wskaźnika jakości od wartości sterowania

Z otrzymanego wykresu wynika, że dla sterowania wynoszącego $u = 0.3140$ wartość współczynnika jakości jest największa i wynosi 0.0392. Przy założeniu dokładności sterowania 0.001. Wykres trajektorii zmiennych stanów dla tego sterowania został przedstawiony na rysunku 3.



Rysunek 3: Wykresy trajektorii zmiennych stanu dla sterowania o maksymalnym wskaźniku jakości

Zrealizowane wykresy zostały wygenerowane i obliczone przy wykorzystaniu ode45, które pozwoliło na wykonanie dokładniejszych obliczeń oraz wygładzeniu otrzymanych funkcji.

4 Wnioski

Po zbadaniu wpływu sterowania u na proces mieszania katalizatorów wyznaczono maksymalną wielkość współczynnika jakości. Z analizy wyników badań procesu wynika, iż największą wartość współczynnika jakości uzyskujemy dla $u = 0.3140$ i wynosi ona 0.0392. Wynik ten został uzyskany dla dokładności 0.001, przy wyznaczeniu wskaźników jakości dla większej dokładności najwyższy wskaźnik jakości zostałby uzyskany dla innej wartości sterowania. Dla wartości sterowań z założonego przedziału wartość wskaźnika jakości nie przekroczyła 0.04 oraz funkcja miała charakter paraboliczny z maksimum dla sterowania w otoczeniu 0.3. Im sterowanie jest bliżej 1 tym wskaźnik maleje w sposób zbliżony do jednostajnego.

Dla zbadanych wartości sterowania można zauważyć, że im wartość sterowania jest bliższa jedynce tym trajektorie zmiennych szybciej się stabilizują. Z kolei przy mniejszej wartości sterowania trajektorie zmiennych stanu potrzebują więcej czasu na ustabilizowanie.