**Projekt stp nr 1**

Paweł Kutyła

318384

Transmitancja ciągła dla modelu w projekcie jest opisana wzorem:

Bieguny:

Zera:

Przy użyciu komendy c2d i wybraniu odpowiedniego metody. W moim przypadku wybieram metodę ZOH, czyli ekstrapolator zerowego rzędu. Po zastosowaniu tej komendy dostaję transmitancję wyrażoną wzorami z powyższymi współczynnikami. Dla poprawności najpierw zaprezentuję wzór ogólny, a później transmitancję wraz z wspomnianymi wcześniej współczynnikami.

W moim przypadku transmitancja dyskretna będzie w postaci:

A następnie w postaci z ujemnymi potęgami:

Po wyznaczeniu współczynników przy użyciu komendy c2d wypiszę współczynniki:

Kolejnym krokiem będzie wyznaczenie wartości biegunów dla transmitancji dyskretnej:

Następnie wyznaczam zera transmitancji dyskretnej:

Dla czytelności w dalszej części pozostanę przy zapisie ze zmiennymi, zamiast z ich wartościami.

Następnie zastosuję zmienną pomocniczą E(z) jak w poniższym przykładzie:

Po przekształceniu:

Następnie wyznaczam Y(z):

Dzięki powyższym wzorom jestem w stanie zrealizować układ w I wersji metody bezpośredniej. Schemat tego układu znajduje się na poniższej grafice:

Następnie w drugim wariancie rozważania zacznę od tworzenia macierz A,B,C i D. Rozważania zacznijmy od macierzy wyznaczenia każdej z poszczególnych macierzy:

Dzięki powyższym krokom jestem w stanie wyznaczyć równania stanu, które pomogą mi w utworzenia schematu w Simulink’u.

Mając na uwadze że wartości powyższe wartości zmiennych są równe odpowiednio:

2. Modele o obu wersjach w przestrzeni stanu

Na poniższej grafice znajdują się oba modele w przestrzeni stanu.

Poniżej będę zamieszczał odpowiedzi układu dla zerowych warunków początkowych

I wersja metody bezpośredniej

3. Porównanie pracy modeli

Porównanie pracy modeli bez warunków początkowych:

Obraz zawierający wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Następnie porównuje wpisując warunki początkowe:

Obraz zawierający wykres

Opis wygenerowany automatycznie

4. Regulator dyskretny ze sprzężeniem od stanu

Przyjmijmy, że biegun jest równy . Równanie opisujący potrójny biegun jest przedstawiony poniżej:

Pierwszym krokiem potrzebnym do wykonania zadania jest wyznaczenie wyznacznika według poniższego wzoru:

Teraz następnym krokiem, który powinniśmy podjąć jest porównanie współczynników z tymi, które otrzymujemy z równania

Co pozwala nam na wyznaczenie wartości parametrów macierzy K:

* Zakładamy

Wywołuje komendę **Kpor = acker(A,B,bieguny)**

Gdzie Kpor oznacza oznacza K-porównawcze, A i B to macierze z zadania, bieguny to

Wynik zwrócony przez przez Matlab’a:

Co jest zgodne z wartościami wyznaczonymi przeze mnie.

* Zakładamy

Wynik z Matlab’a:

Co jest zgodne z wcześniejszymi wyliczeniami.

* Ostatnim biegunem rozważanym przeze mnie będzie biegun

Wynik z Matlab’a:

Co po raz kolejny okazuje się zgodny z wartościami oczekiwanymi. Pozwala nam to stwierdzić, że wyznaczono poprawnie równania i ich rozwiązania.

5. Wybór odpowiednich biegunów w celu zoptymalizowania działania obiektu

Obraz zawierający wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Na podstawie powyższego wykresu możemy stwierdzić, że wybór parametrów spoza okręgu jednostkowego słusznie okazuje się niepoprawny i zmienne stanu nie dążą się do zera.

Następnie przetestuję wartość bieguna . Dla większej czytelności będę korzystał z funkcjonalności subplot.

Obraz zawierający wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Jak widzimy regulacja działa bardzo powoli, a w dodatku nie osiągamy satysfakcjonującego wartości sygnału sterującego. Kontynuuję więc dalej poszukiwanie odpowiednich wartości biegunów. Wybieram biegun średni o wartości:

Obraz zawierający wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Na podstawie powyższych wykresów możemy stwierdzić, że idziemy w dobrą stronę zmniejszając wartość bieguna. Odnotowujemy dość szybką zbieżność, jednak przy tym mamy spore skoki wartości sterowanej. Dlatego wciąż będziemy zmniejszać wartość bieguna.

Obraz zawierający wykres, Prostokąt

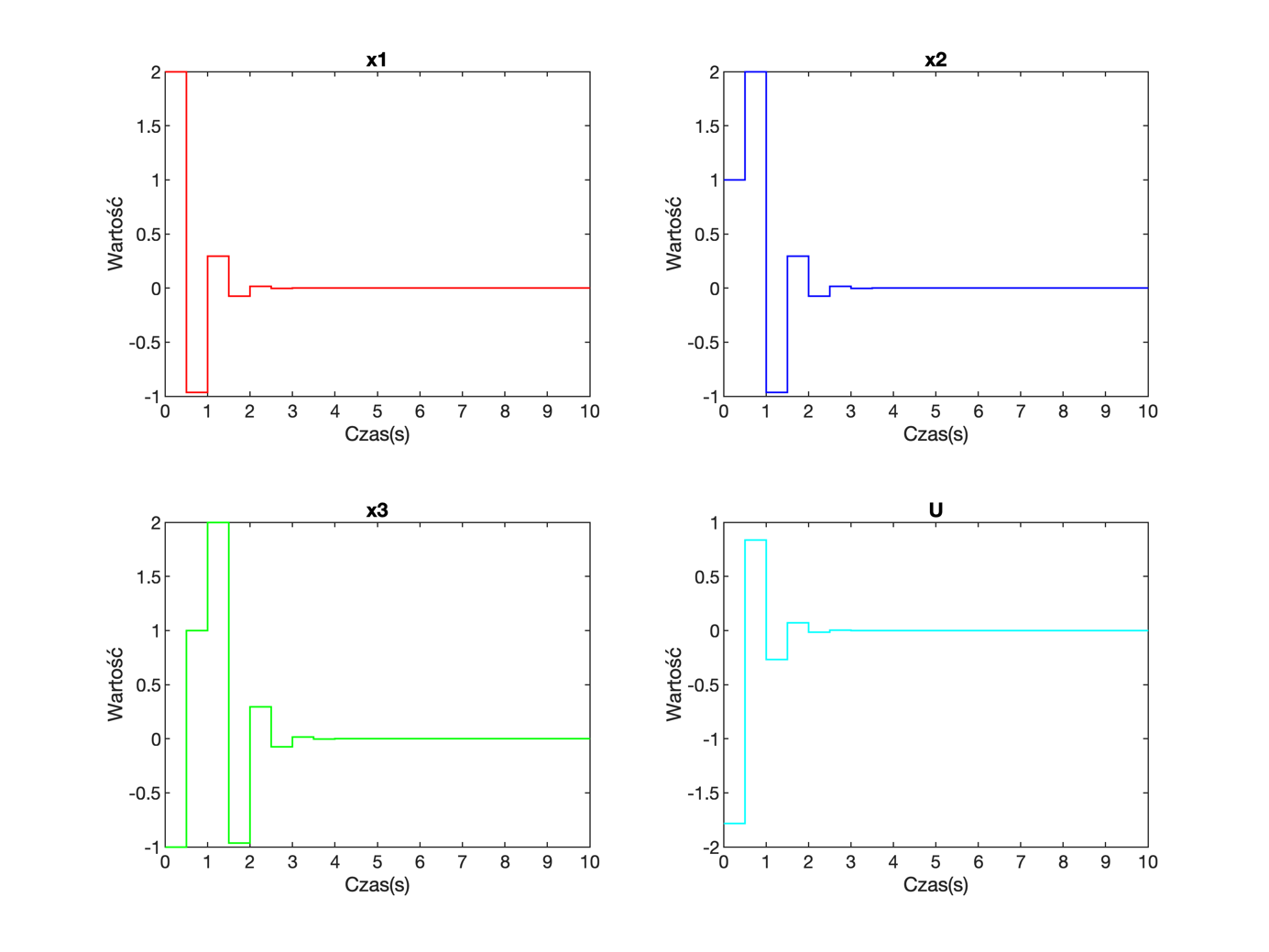
Opis wygenerowany automatycznie

Jak widzimy osiągamy dość satysfakcjonujące parametry układu, jednak chcielibyśmy sprawić, żeby wartość sygnału była bliższa 0 co zmniejszy skoki sygnału sterowania. Do osiągnięcia tego celu zwiększam wartość bieguna:

Obraz zawierający wykres, Prostokąt

Opis wygenerowany automatycznie

W przypadku powyższych wykresów możemy stwierdzić, że osiągamy bardzo szybko wartość 0 dla każdej zmiennej stanu jednocześnie sterowanie jest bardzo bliskie 0. To rozwiązanie uznaję za optymalne. Dla pewności sprawdzę jeszcze biegun



Nasz czas osiągnięcia wartości 0 dla zmiennych stanu się zwiększył jednocześnie skoki sygnału sterującego stały się gwałtowne co oznacza, że dla wartości ujemnych osiągamy gorsze wyniki niż dla tych, które wyznaczyłem wcześniej.

Z powyższych rozważań wynika, że rozwiązaniem optymalnym jest:

6. Równania obserwatora pełnego rzędu

Pierwszym krokiem w powyższym zadaniu będzie dobranie odpowiednich parametru dla powyższego zadania. Wyznaczam z równania odpowiednego współczynniki stojące przed ‘z’ we wzorze:

Następnym ważnym krokiem prowadzącym do rozwiązania powyższego problemu jest wyznaczenie wartości elementów z macierzy przy użyciu poniższego wzoru:

Poniżej przedstawiam wszystkie kroki, które są konieczne do wykonania podanego zadania:

Przyrównując współczynniki z obu równań na dole otrzymujemy wektor L o parametrach, które możemy uzyskać w postaci symboli w pliku **solving6.m.** Dla czytelności nie będę wrzucał tu wyników, gdyż długość poszczególnych elementów w zależności od poszczególnych parametrów jest bardzo duża. Do osiągnięcia poszczególnych wartości elementów wektora L skorzystam z funkcji :

**Lpor = acker(A',C',[** **b\_obsv,b\_obsv,b\_obsv])'**

Gdzie b\_obv oznacza bieguny obserwatora.

7. Porównanie wpływu biegunów obserwatora na jego pracę i odwzorowanie zmiennych stanu.

Na początku rozwiązywania tego problemu wybiorę biegun, który już z zasady powinien być wolny

Obraz zawierający wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Jak widzimy zgodnie z założeniami biegun był dość wolny, co widzimy na powyższej grafice. Zmienne stany zbiegają się ze sobą dość wolno, co nakazuje nam przyjrzeć się nieco innym parametrom. Kolejnym biegunem analizowanym będzie biegun z kategorii „średnich”.

Wybieram biegun .

Obraz zawierający diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Jak widzimy osiągnęliśmy znacznie większą szybkość zbiegania się zmiennych stanu do siebie. Jednak wciąż możemy ulepszyć nasz obserwator. Przetestujmy biegun .

Obraz zawierający diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Możemy zauważyć, że osiągnęliśmy ponownie szybszą zbieżność zmiennych do siebie. Uznaję to za biegun szybki jednak dla pewności przetestuję dodatkowo kolejny biegun .

Obraz zawierający wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Powyższe wykresy ukazują, że osiągnęliśmy najszybszą zbieżność zmiennych względem siebie, co w powyższym przykładzie zostało osiągnięte.

8.

Do wykonania powyższego zadania muszę przebudować układ według schematu zamieszczonego na poniższej grafice:

Rozważania dotyczące tego zadania rozpocznę tradycyjnie od wyboru wolnego bieguna, aby sprawdzić i przeanalizować działania tak zbudowanego układu. Dla bieguna przebiegi zmiennych stanu wyglądają tak jak poniżej:

Obraz zawierający wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Analizując powyższy wykres mogę stwierdzić, że biegun jest zdecydowanie wolny, a wartość sterowania osiąga duże wartości. Analizowanie wykresów pod kątem znalezienia lepszych parametrów będę kontynuował dla wartości bieguna

Obraz zawierający diagram

Opis wygenerowany automatycznie

W tym przypadku dostaję bardzo dobre wartości sygnału sterującego, jednak wciąż mogę zwiększyć szybkość zbieżności zmiennych stanu, więc wciąż będę zmniejszał wartość bieguna.

Przeanalizujmy co się stanie w momencie, gdy wartość bieguna

Obraz zawierający diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Po raz kolejny widzimy, że biegun okazuje się szybszy jednocześnie zachowując na tyle małe zmiany sygnału sterującego, że śmiało możemy stwierdzić, że wartość bieguna jest odpowiednim kompromisem między szybkością regulacji a jej jakością. Na koniec sprawdźmy biegun bardzo szybki, czyli bliski wartości 0

Obraz zawierający wykres, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Skoki sygnału sterującego pozostają na tyle małe, że możemy śmiało stwierdzić, że jakość regulacji pozostaje wciąż na wysokim poziomie, jednocześnie wciąż zwiększamy szybkość. W zależności od sytuacji możemy stwierdzić, która wartość bieguna jest najlepsza, jednak w moim przypadku, że wartość bieguna spełnia nasze kryteria.

9.1

Obserwator zredukowanego rzędu

Pierwszym krokiem, który jest konieczny do wyznaczenia odpowiednich współczynników L będzie wyznaczanie macierzy Podział macierzy A na mniejsze, dokonam przy użyciu odpowiednich operacji na indeksach. Po ich wykonaniu otrzymuję:

Gdzie odpowiednie współczynniki mają wartość:

By wyznaczyć odpowiednie współczynniki macierzy używam polecenia:

**L\_np\_rz = acker(A\_22', A\_12', [b\_obsv\_np\_rz, b\_obsv\_np\_rz])';**

Gdzie b\_obsv\_np\_rz oznacza biegun dla obserwatora niepełnego rzędu.

Wyznaczone macierz ma postać:

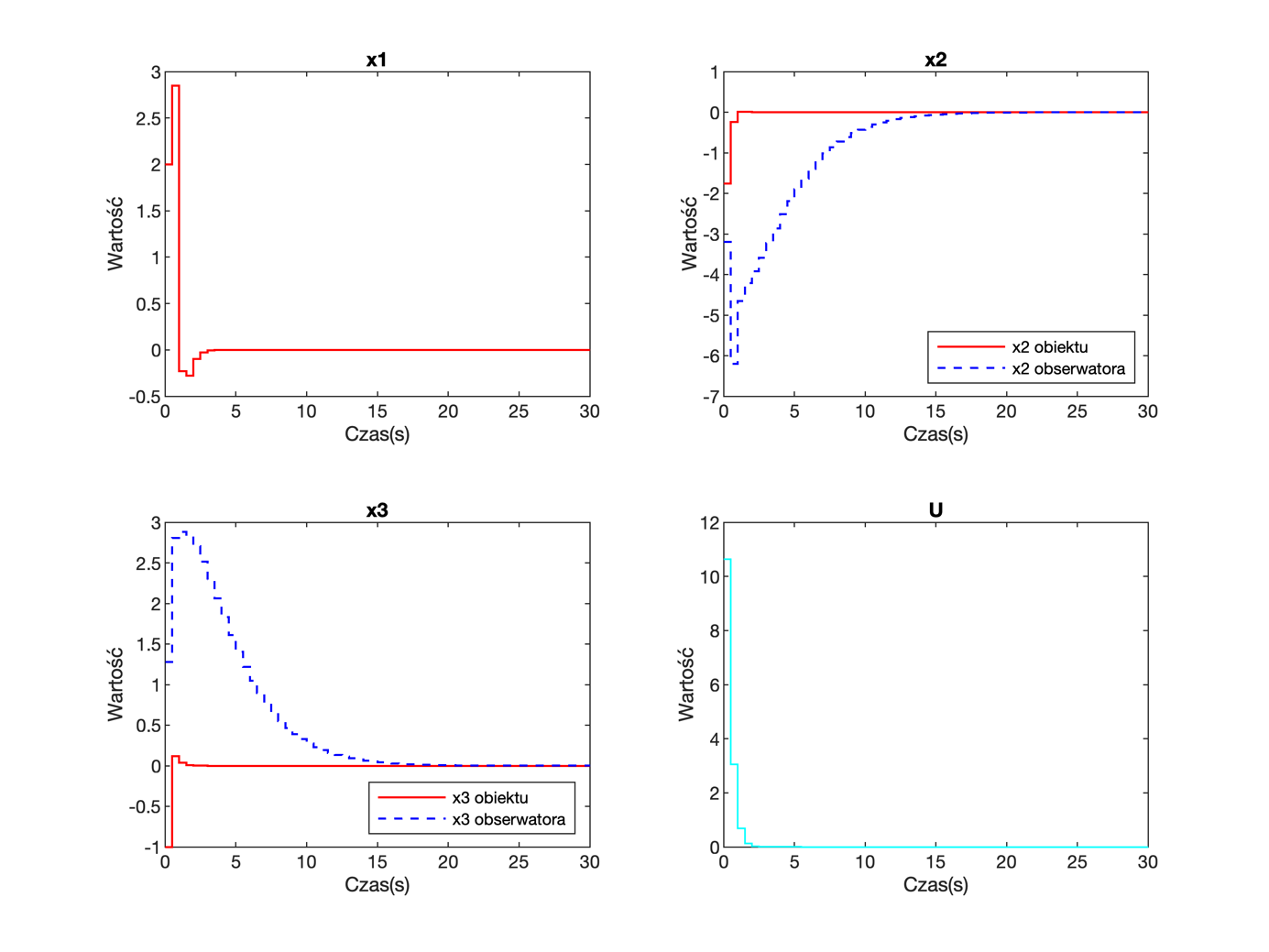
Macierz jest równa:

Definiując równania:

Co pozwala nam na zdefiniowanie modelu obserwatora niepełnego rzędu przy użyciu Simulink’a i Matlaba.

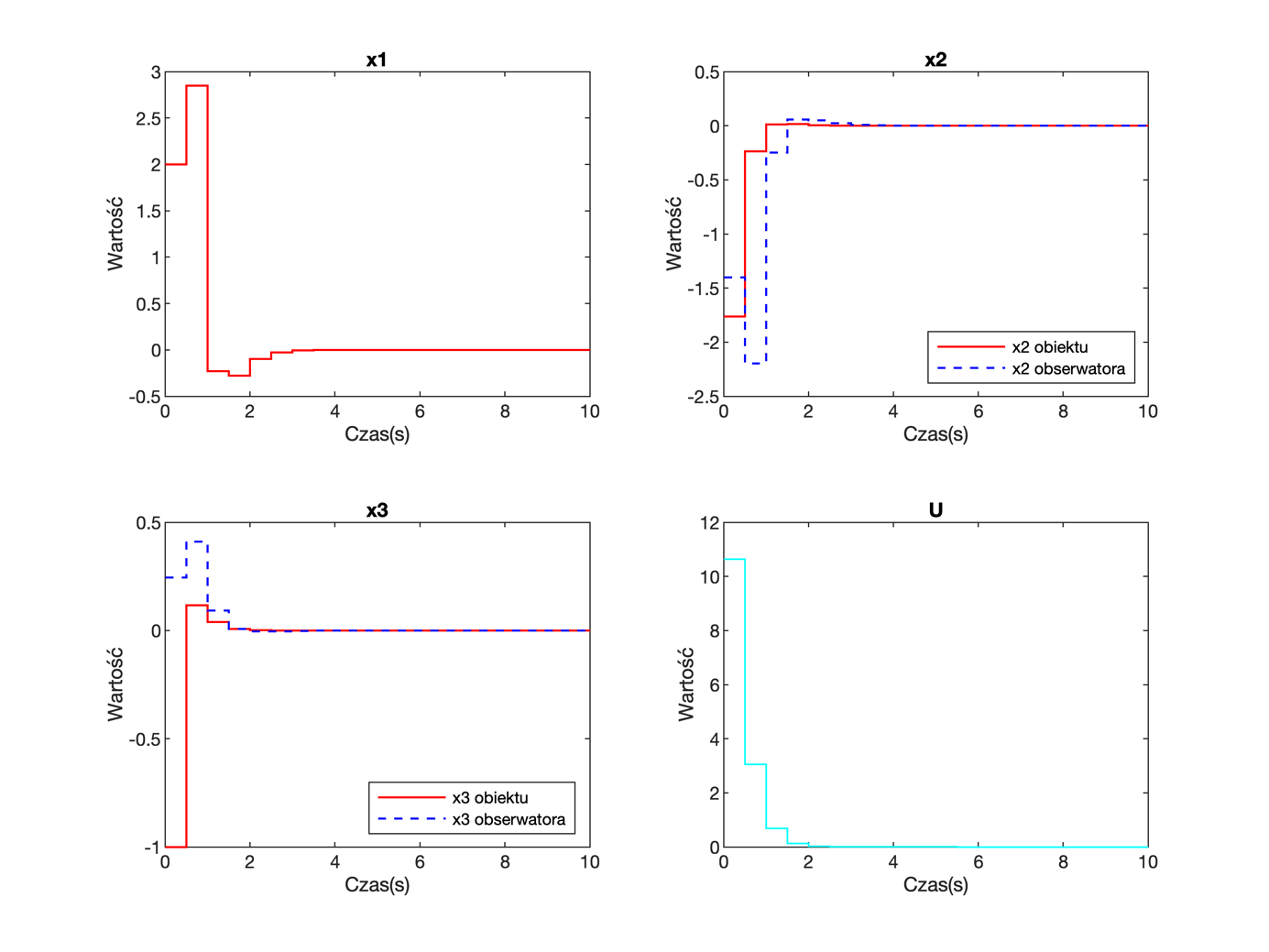
9.2 Obserwator niepełnego rzędu ze obserwatorem ze zmiennymi z obiektu.

Zgodnie z poleceniem nie zmieniam wcześniej wybranego bieguna dla regulatora. Jednak w praktyce wybrany biegun nie jest najlepszy. Jest to spowodowane jego dobraniem dla macierzy dla I wersji metody bezpośredniej. Zmiana do drugiej wersji metody bezpośredniej zmienia powinna wiązać się jeszcze z dobraniem odpowiedniego bieguna przy tworzeniu regulatora. Wiąże się to jednak z zadaniem 4 i 5, które mamy pominąć w dalszej części projektu.



Biegun wolny prowadzi do wolnego zbiegania się z zmiennych stanów rzeczywistych stanów.

Jak wcześniej wspomniałem wartość sygnału sterującego nie jest optymalna.



Dla wspomnianego bieguna odnotowujemy bardzo satysfakcjonująca szybkość pomimo iż wspomniany biegun oceniłbym jako średni. Dlatego sprawdzę dodatkowo kolejny biegun

Obraz zawierający wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Biegun równy uznaję że jest średni. W tym przypadku zmienne stanu osiągają zbieżność po około 5 sekundach.

Obraz zawierający diagram, Prostokąt

Opis wygenerowany automatycznie

Obraz zawierający diagram

Opis wygenerowany automatycznie

W przypadku wyżej wspomnianych biegunów osiągamy bardzo szybką zbieżność zmiennych, nawet przed ustaleniem się ich na zerze. Możemy więc wywnioskować dzięki wiedzy o położeniu biegunów oraz ich odpowiedziach stwierdzić, że są to bieguny szybkie.

9.3 Obserwator niepełnego rzędu z regulator wykorzystującym zmienne obserwowane

Obraz zawierający wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Prędkość zbiegania się zmiennych do siebie jest wolna, dzięki wykresom odpowiedzi jesteśmy w stanie powiedzieć, że biegun jest dość wolny, a więc warto pochylić się nad kolejnymi wartościami bieguna

Obraz zawierający diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Podobnie jak we wcześniejszym zadaniu biegun 0.35 okazuje się być dość szybkim biegunem dla którego zmienne osiągają w przybliżeniu zgodność w okolicach 2 sekund. Dodatkowo wartość sygnału sterującego zmienia się w dość łagodnie (skoki kilkunastu setnych). Dla tego zadania ponownie rozważę dodatkowy biegun :

Obraz zawierający diagram

Opis wygenerowany automatycznie

W tym przypadku sygnał sterujący skacze gwałtownie o znacznie większe wartości w porównaniu do bieguna . Jednocześnie szybkość regulacji jest znacznie mniejsza, więc ten biegun mogę określić mianem średnim.

Obraz zawierający diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Obraz zawierający diagram

Opis wygenerowany automatycznie

W przypadku bieguna jak i osiągamy bardzo szybką regulację. Bieguny te jednak różnią się znacznie jakością regulacji osiąganą przez układ, gdyż dla pierwszego z wcześniej wspomnianych biegunów skoki sygnału sterującego osiągają znacznie mniejsze skoki, co wpływa na jakość regulacji. Nie mniej jednak oba bieguny mogą zostać zakwalifikowane jako szybkie.