Sprawozdanie PSK

1.Zadanie polegało na identyfikacji odpowiedzi impulsowej modelu.Otrzymałem lekko zaszumione próbki odpowiedzi impulsowej układu.Postanowiłem więc aproksymować go układem drugiego rzędu gdzie transmitancja była postaci.

Do tego celu użyłem funkcji fmin z biblioteki SciPy by znaleźć takie parametry układu drugiego rzędu,by błąd pomiędzy danymi pomiarowymi ,a teoretycznymi był jak najmniejszy.Funkcją którą minimalizowałem była RMS.Do symulacji odpowiedz układu użyłem dlti z biblioteki signal ,ponieważ mamy tutaj do czynienia z dyskretnoczasowymi danymi.Postanowiłem również dodać dwa razy więcej punktów pomiarowych korzystając z interpolacji sześciennej.Otrzymałem dzięki temu dokładniejsze wartości dopasowania.Postanowiłem również zmniejszyć ilość próbek ze 100 do 20 ,ponieważ od 20 próbki nasz wykres wyglądał jak szum,a nie faktycznie oscylacje,co znacząco wpływało na ostateczny wygląd funkcji.

Przed redukcją próbek wykres wyglądał następująco.

Obraz zawierający zrzut ekranu

Opis wygenerowany automatycznie

Ostatecznie odpowiedź modelu w stosunku do wartości zmierzonych ma się następująco.

Obraz zawierający zrzut ekranu

Opis wygenerowany automatycznie

Po minimalizacji wartości współczynników wynoszą :

- k=3.35

- ζ=8.4\*

- =0.84

Widać ,że parametr ζ dobrze odpowiada faktycznym zmierzonym danym ,ponieważ oscylacje są bardzo duże w tym układzie.

2.Równanie stanu

Postać regulatorowa układu:

Postać szeregowa (zero-pole gain)

Postać równoległa (zero-pole gain)

3.Symulacja układu

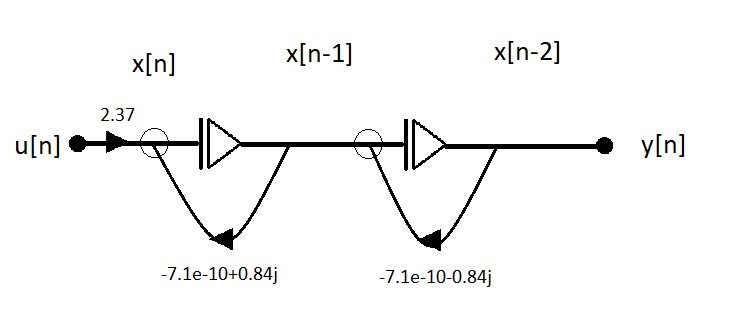
Po podaniu odpowiednich parametrów do MATLAB wykres odpowiedzi skokowej wygląda następująco.

Obraz zawierający zrzut ekranu

Opis wygenerowany automatycznie

Widać ,że odpowiedź skokowa układu wygląda poprawnie,ponieważ czas oscylacji jest dość długi ze względu na niski współczynnik ζ.Mając na uwadze dane mierzone przeze mnie na innym laboratorium z przedmiotu Sterowanie Analogowe jestem w stanie stwierdzić ,że czas ustalania jest duży.

4.Graf układu



5.Stabilność układu

Można zbadać stabilność układu na kilka sposobów.Pierwszym jest zbadanie położenia biegunów układu.W wypadku danego modelu nasze bieguny to :

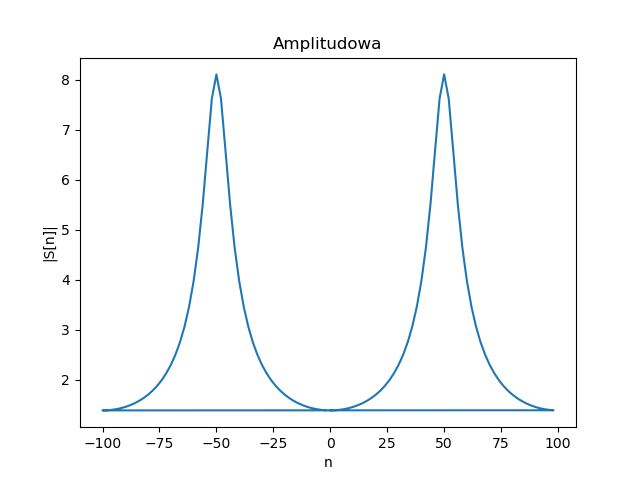
Widać ,że oba te bieguny znajdują się wewnątrz okręgu jednostkowego ,więc nasz układ jest stabilny.

Drugim sposobem jest zbadanie odpowiedzi skokowej.Widać po odpowiedzi skokowej ,że spełnia ona kryterium stabilności które brzmi „Układ zamknięty w odpowiedzi na skok jednostkowy powinien osiągać stan ustalony w czasie dążącym do nieskończoności.”.Nasz model układu osiąga stan ustalony i jest stabilny.

6.Przedstawienie i analiza charakterystyk częstotliwościowych

DFT

Charakterystyka amplitudowa po przekształceniu DTFT ma następującą postać.



Możemy tutaj zaobserwować brak składowej stałej w naszym sygnale,co też pokrywa się z transmitancją naszego układu.

Charakterystyka fazowa po przekształceniu DTFT ma następującą postać.

Obraz zawierający mapa

Opis wygenerowany automatycznie

7.Sterownik cyfrowy

Zgodnie z zaleceniami ze skryptem „LABORATORIUM DYNAMIKI PROCESOWEJ” z Politechniki Warszawskiej znajdującym się pod tym adresem : <https://www.ichip.pw.edu.pl/sites/default/files/files/Wojtek%20Orciuch/dynamika/instrukcja%20c09.pdf> postępuję zgodnie z zaleceniami.

1. Nastawić regulator na działanie proporcjonalne i zwiększać wzmocnienie doprowadzając układ do granicy stabilności. W stanie na granicy stabilności (oscylacje niegasnące) odczytać współczynnik wzmocnienia krytycznego układu i okres oscylacji .
2. Nastawy regulatorów obliczyć z następujących zależności:

|  |  |
| --- | --- |
| Parametry nastaw regulatora | PID |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

W stanie na granicy stabilności nasz wykres wygląda następująco.

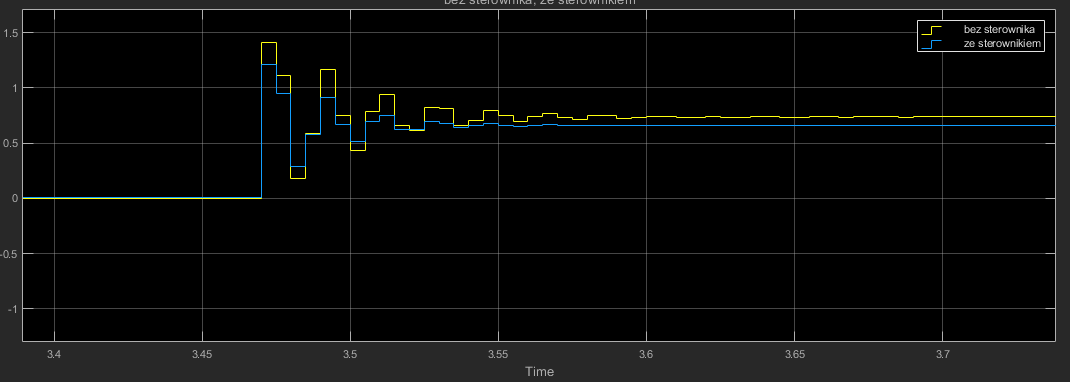
Obraz zawierający komputer

Opis wygenerowany automatycznie

Ewidentnie widać ,że układ jest tutaj na granicy stabilności.Nasze wzmocnienie krytyczne regulatora P wynosiło ,a okres oscylacji .Nastawy naszego regulatora wyglądają następująco.

|  |  |
| --- | --- |
| Parametry nastaw regulatora | PID |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Po podaniu odpowiednich nastaw do regulatora PID otrzymałem następującą odpowiedź skokową.



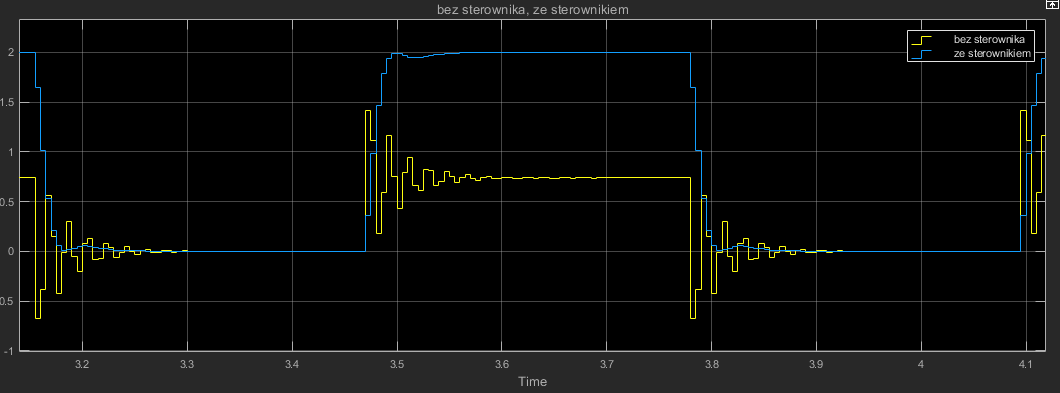
Widać znaczną poprawę czasu ustalania,zmniejszyło się również przeregulowanie.Niestety ciężko jest tutaj zmniejszyć czas narastania ,ponieważ nasz okres próbkowania jest za duży.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Czas ustalania | Przeregulowanie |
| Ze sterownikiem PID | 46ms | 89% |
| Bez sterownikiem PID | 87ms | 94% |

Po zastosowaniu funkcji auto-tune programu simulink udało się uzyskać jeszcze lepsze efekty.

|  |  |
| --- | --- |
| Parametry nastaw regulatora | PID |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Nie występowało tutaj również przeregulowanie ,a czas ustalania był bardzo szybki na poziomie 35 ms.Jednakże wzrósł czas narastania i wynosi on 16ms.

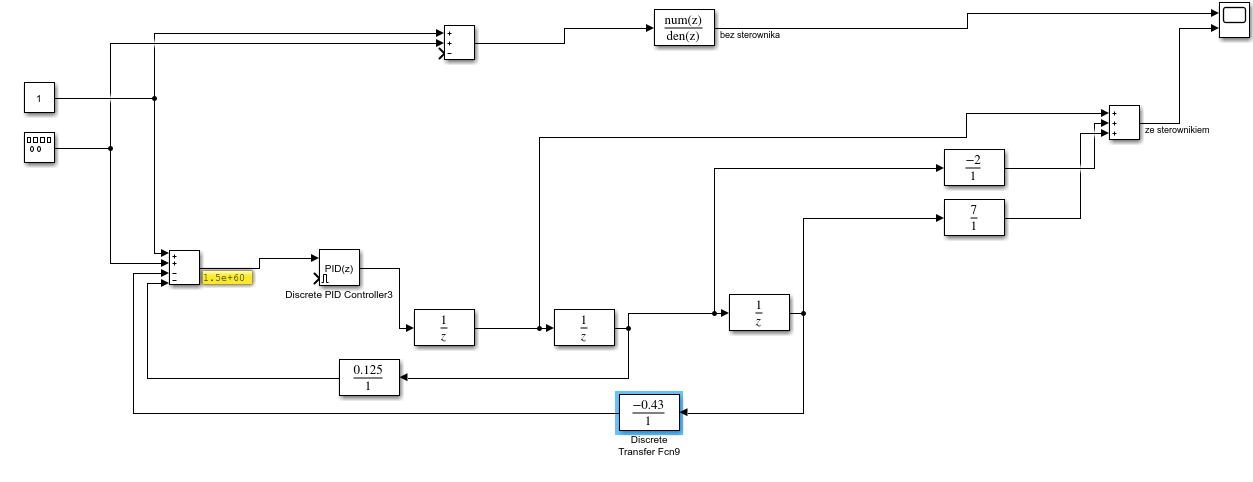


8. Symulacja układu i porównanie z modelem referencyjnym.

Transmitancja modelu referencyjnego ma następującą postać

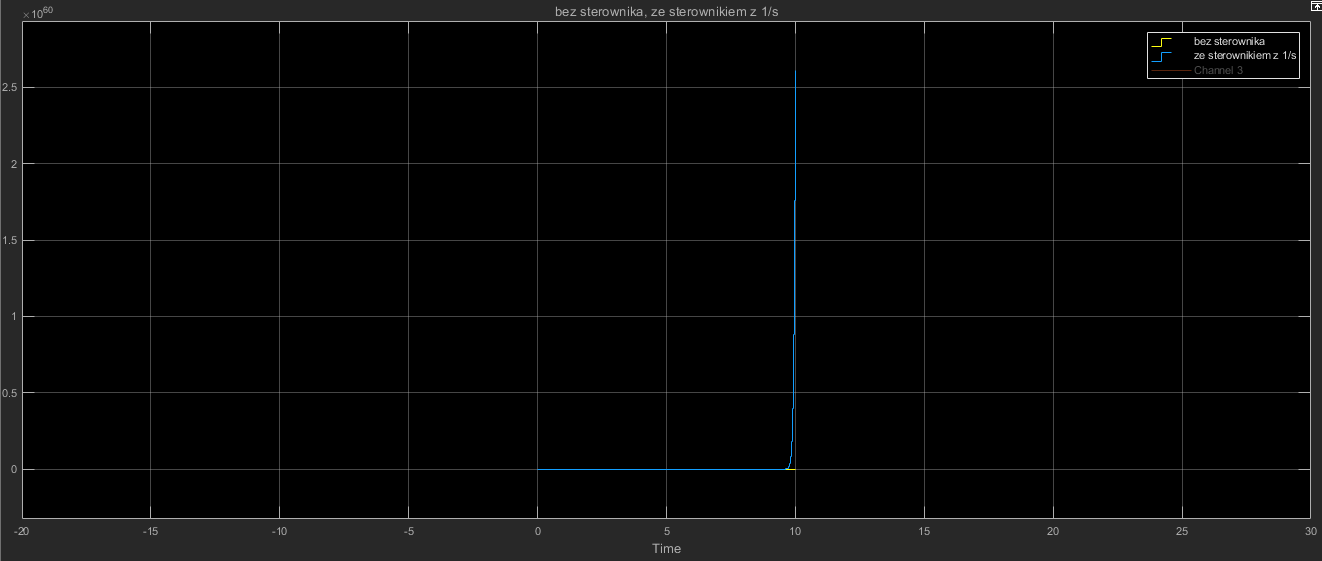
By zamontować w tym układzie regulator , trzeba było odnaleźć jego równanie stanowe.Po przekształceniu równanie stanu naszego modelu referencyjnego ma postać.

Dzięki odnalezieniu modelu stanowego jesteśmy w stanie dodać regulator PID do naszego układu.Po dodaniu układ prezentuje się następująco.



Gdzie górny układ jest układem bez sterownika,a dolny ze sterownikiem PID.

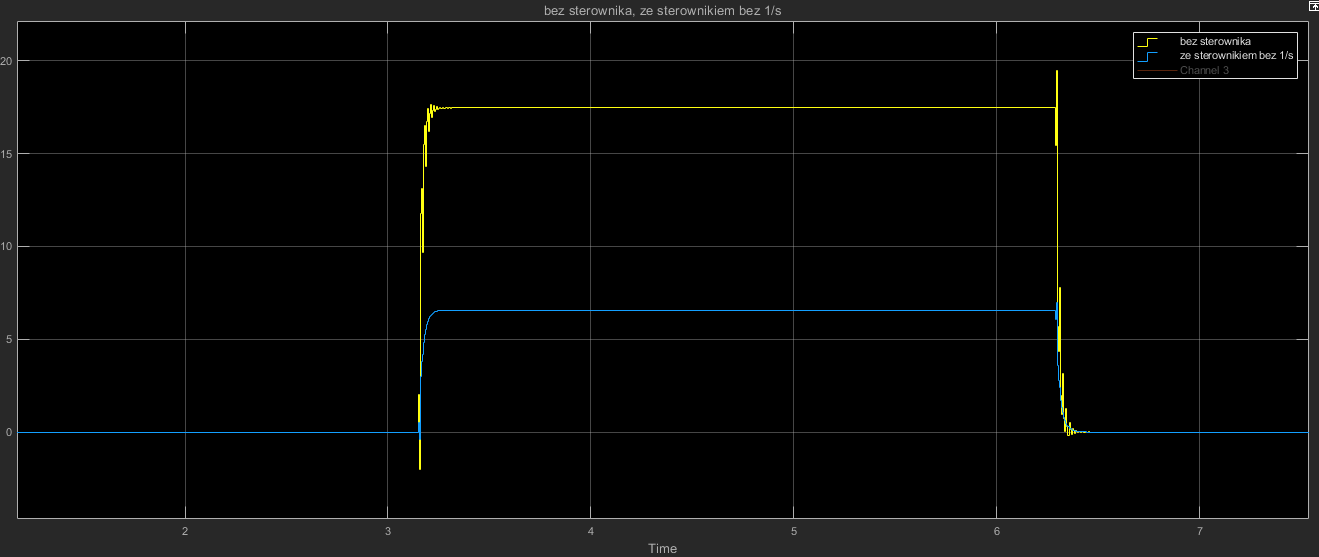
Po podłączeniu układu do oscyloskopu oraz ustaleniu odpowiednich nastaw regulatora ze wcześniejszego modelu ,na ekranie można zaobserwować taką odpowiedź.



Widać,że dodanie sterownika PID powoduje zmniejszenie astatyzmu tego układu.Wynika to z faktu,że na początku nasz układ śledził skok bez błędnie,rampę ze stałym uchybem.Więc miał on astatyzm pierwszego rzędu.

Widać jednak,że po dodaniu sterownika PID nasz układ utracił astatyzm i śledzi pobudzenie z nieskończenie dużym błędęm.Według MATLAB odpowiedź układu to .Jest to spowodowane członem całkującym w sterowniku PID.

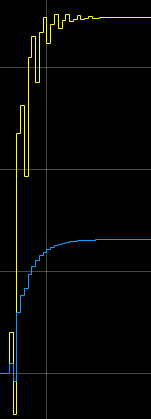
Po usunięciu sterownika całkującego ,można zaobserwować oczekiwaną odpowiedź skokową.



Charakterystyka parametrów odpowiedzi skokowej została przedstawiona w poniższej tabelce.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Czas ustalania | Przeregulowanie |
| Ze sterownikiem PD | 62ms | 0% |
| Bez sterownikiem PD | 87ms | 1% |

Z początku ,patrząc na parametry odpowiedzi skokowej ciężko jest dostrzec różnicę,jednak największą jest jakość naszej odpowiedzi skokowej.Bez sterownika PD podczas narastania odpowiedź ma charakter oscylacyjny.Po zastosowaniu sterownika PD została ona znacznie wygładzona co przedstawia poniższy wykres.



9.Wnioski z realizacji projektu

Najważniejszą umiejętnością jaką zyskałem podczas wykonywania danego projektu ,jest możliwość identyfikacji oraz zamodelowania realnej odpowiedzi skokowej.Jest to bardzo istotna umiejętność dzięki której jesteśmy w stanie stworzyć regulator dla obiektu ,którego transmitancji nie znamy.Często na przykład podczas rozbudowanych układów nie jesteśmy w stanie wyprowadzić całkowitej transmitancji takiego obiektu.Jednak po aproksymacji układu innym,prostrzym jesteśmy w stanie uzyskać dość dobre oraz zadowalające rezultaty.Miałem już z tym do czynienia wcześniej na przedmiotach ze Sterowania Analogowego oraz Metod Numerycznych.Myślę,że jest to ciekawa kwestia.

Po wykonaniu danego projektu można wysnuć wiele wniosków.