Sterowanie procesami – projekt II, zadanie 13

Wykonał: Denys Fokashchuk

Obiekt regulacji jest opisany transmitancją:

gdzie K­o=7.7, To=5, T1=2.017, T2=4.4

**Zadanie 1.**

W celu znalezienia transmitancji dyskretnej mając transmitancję ciągła oraz przyjęty okres próbkowania za pomocą ekstrapolatora zerowego rzędu należy posłużyć się wzorem:

Za pomocą polecenia **c2d**, dostępnego w MATLABie wyznaczyłem transmitancję dyskretną. Wyznaczenie tej transmitancji oraz wyświetlanie odpowiedzi skokowej dla transmitancji dyskretnej i ciągłej zrobiłem w skrypcie **zad1.m**. Wyliczona transmitancja dyskretna ma postać:

Obraz zawierający tekst, linia, Wykres, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 1. Odpowiedzi skokowe dla transmitancji ciągłej i dyskretnej

Jak można zauważyć, odpowiedź skokowa dla transmitancji ciągłej i dyskretnej są bardzo podobne, co jest zgodne z moimi oczekiwaniami.

Współczynnik wzmocnienia statycznego dla transmitancji ciągłej jest równoważny następującej granicę:

gdzie G(s) – transmitancja ciągła.

Postać granicy służącej do wyznaczenia współczynnika wzmocnienia statycznego dla transmitancji dyskretnej jest bardzo podobne do poprzedniej granicy:

gdzie G(z) – transmitancja dyskretna.

Dla danych z mojego zadania:

* Współczynnik wzmocnienia statycznego dla transmitancji ciągłej:

;

* Współczynnik wzmocnienia statycznego dla transmitancji dyskretnej:

;

Powyższe wzmocnienia są bardzo bliskie siebie. Przy przybliżeniu wartości okresu próbkowania do zera przy szukaniu transmitancji dyskretnej wartość wzmocnienia statycznego dla transmitancji dyskretnej zbliżałaby się do 7.7, czyli do wartości wzmocnienia statycznego dla transmitancji ciągłej.

**Zadanie 2.**

Za pomocą kilku przekształceń dla transmitancji dyskretnej można łatwo znaleźć równanie różnicowe opisujące obiekt, które jest następującej postaci:

Wyznaczona w poprzednim punkcie transmitancja jest równoważna:

Przekształciwszy powyższe równanie można uzyskać:

Po wymnożeniu nawiasów otrzymuję:

Po zastosowaniu odwrotnej transformaty Z:

Po uporządkowaniu wyrazów ostateczna postać równania różnicowego ma postać:

**Zadanie 3.**

Metoda Zieglera-Nicholsa polega na tym, że aby znaleźć nastawy regulatora PID dla obiektu należy znaleźć takie wzmocnienie, aby obiekt znalazł się na granicy stabilności. To wzmocnienie nazywa się wzmocnieniem krytycznym. Kiedy obiekt znajduje się na granicy stabilności, wtedy odpowiedź obiektu na skok jednostkowy są niegasnące oscylacje. Oprócz wiedzy o wartości wzmocnienia krytycznego potrzebna jeszcze informacja o okresie tych oscylacji. Znając te informacje można znaleźć nastawy regulatora PID korzystając z tabeli znajdującej się niżej, gdzie

K­­k – wzmocnienie krytyczne, Tk – okres oscylacji.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Regulator | Kp |  |  |
| PID | 0.6 K­­k | 0.5 Tk | 0.12 Tk |

Tabela 1. Nastawy regulatora PID

Eksperyment został wykonany w skrypcie **zad3\_ZN.m**. Wzmocnienie krytyczne wyznaczyłem za pomocą metody „prób i błędów”: jeśli na skok jednostkowy odpowiedź obiektu były gasnące oscylacje, to oznaczało, że obecne wzmocnienie należy zwiększyć, bo jest ono za małe, natomiast jeżeli sytuacja była odwrotna: odpowiedź obiektu była rosnące oscylacje, to oznaczało, że obecnie wzmocnienie jest za duże i należy go zmniejszyć. Te dwa niepożądane przypadki zilustrowałem na rysunkach 2 i 3.

|  |  |
| --- | --- |
| Rysunek 2. Za małe  wzmocnienie - gasnące oscylacje | Rysunek 3. Za duże  wzmocnienie - rosnące oscylacje |

Odpowiedź obiektu na wzmocnienie krytyczne została pokazana na rysunku 3. Dla mojego obiektu to wzmocnienie wynosi K­­k = 0.2629.

Obraz zawierający tekst, linia, Wykres, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

­Rysunek 3. Wzmocnienie krytyczne – niegasnące oscylacje

Okres oscylacji wyznaczyłem za pomocą następującej metody: Od wartości próbki dla drugiego wierzchołka sinusoidy odjąłem wartość próbki przy pierwszej wartości wierzchołka sinusoidy, a następnie pomnożyłem wynik na okres próbkowania. Dla moich danych: . Podstawiwszy otrzymane dane do wzorów z tabeli 1. otrzymałem, że:

Kp = 0.15774

Ti = 10.25

Td = 2.46

Powyższe nastawy dotyczą tylko ciągłego układu regulacji, który jest opisany wzorem:

Natomiast wzór na dyskretny regulator PID ma postać:

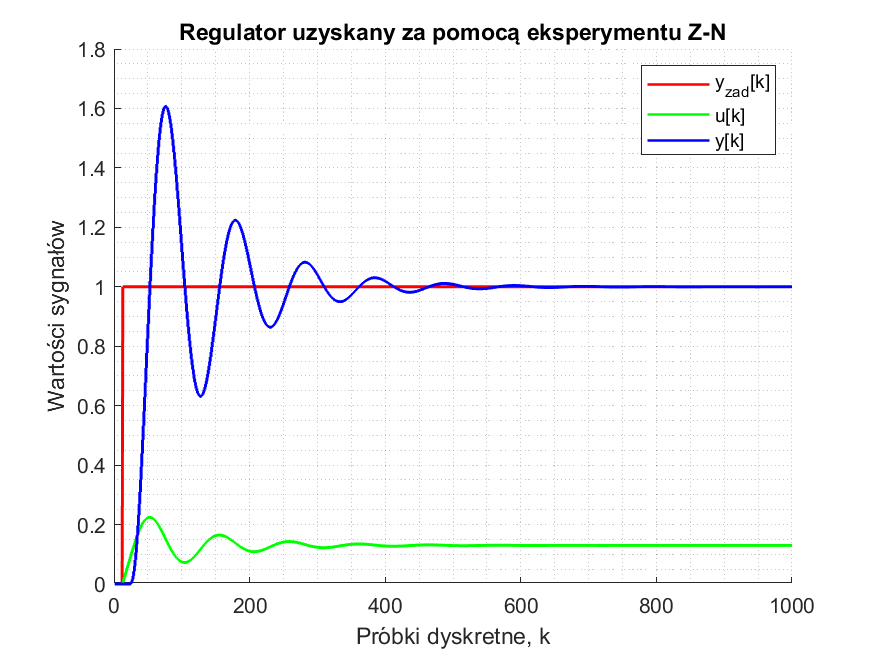
W celu znalezienia parametrów r0 , r1 , r2 należy posłużyć się wzorami:

Po podstawieniu danych do wzorów otrzymałem:

Liczenie ww. parametrów zostało zaimplementowane w tym samym skrypcie **zad3\_ZN.m**.

**Zadanie 4.**

Program do symulacji cyfrowego algorytmu PID został zaimplementowany w skrypcie **zad4\_PID.m**. Dodatkowo, w tym skrypcie próbowałem dostroić ręcznie regulator PID. Poniżej znajdują się wykresy, które zostaną wyświetlone po odpaleniu skryptu.



Rysunek 4. Odpowiedź układu z regulatorem PID otrzymanym za pomocą eksperymentu Z-N

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, linia, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 5. Odpowiedź układu z regulatorem PID dostrojonym ręcznie

Parametry regulatora PID dostrojonego ręcznie:

Kp = 0.9

Ti = 20

Td = 0.7

Program do symulacji algorytmu DMC został zaimplementowany w skrypcie **zad4\_DMC.m**. Dla horyzontu predykcji N = 30, horyzontu sterowania N­­u=3, horyzontu dynamiki D = 79 oraz λ = 1000 wynik programu zilustrowano na rysunku 6.

Obraz zawierający tekst, diagram, linia, Wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 6. Wynik uruchomienia skryptu zad4\_DMC.m