Politechnika Warszawska Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych Instytut Automatyki i Informatyki Stosowanej

Projektowanie ukladów sterowania (projekt grupowy)

Sprawozdanie z projektu i ćwiczenia laboratoryjnego nr 3, zadanie nr 7

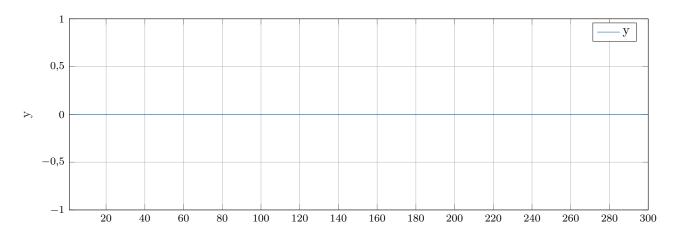
Autorzy: Grochowina Mateusz Winnicki Konrad Zgorzelski Jan

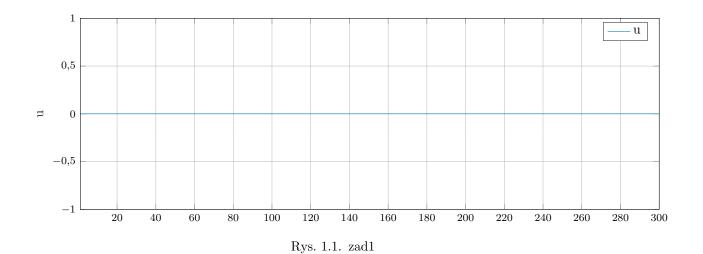
Spis treści

1.	Proj	ekt	2
	1.1.	Poprawność podanego punktu pracy	2
	1.2.	~	3
		1.2.1. Odpowiedzi skokowe	3
		1.2.2. Charakterystyka statyczna	4
	1.3.	Program do symulacji algorytmów PID i DMC	5
		1.3.1. Klasyczny algorytm PID	5
		1.3.2. Klasyczny algorytm DMC	8
	1.4.	Dobór parametrów klasycznych regulatorów PID i DMC	1
		1.4.1. Klasyczny algorytm PID	1
		1.4.2. Klasyczny algorytm DMC	2
	1.5.	Implementacja rozmytych algorytmów PID i DMC	3
		1.5.1. Funkcja przynależności	3
		1.5.2. Rozmyty algorytm PID	4
		1.5.3. Rozmyty algorytm DMC	5
	1.6.	Dobór parametrów lokalnych regulatorów PID i DMC	6
		1.6.1. Rozmyty regulator PID	6
		1.6.2. Rozmyty regulator DMC - ustalona lambda	7
	1.7.	Dobór parametrów lambda lokalnych regulatorów DMC	8

1.1. Poprawność podanego punktu pracy

Przeprowadzono symulację odpowiedzi procesu dla punktu pracy. Ustalone zostało stałe sterowanie $U_{pp}=0.$





Wynik:

Uzyskany punkt pracy wyjścia $Y_{pp}=0. \label{eq:ypp}$

Wniosek:

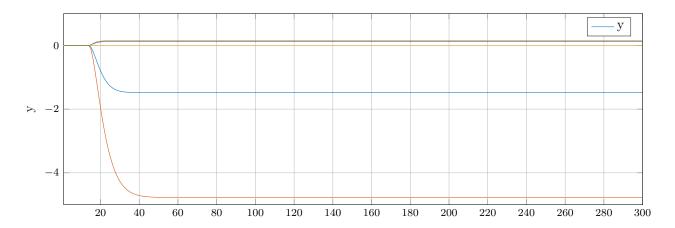
Stała wartość wyjścia oznacza poprawność danych punktu pracy.

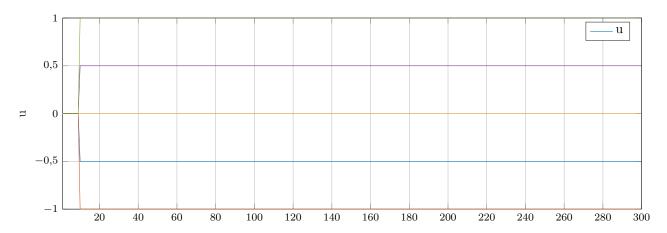
1.2. Symulacyjne wyznaczenie odpowiedzi skokowych

Wyznaczyc symulacyjnie odpowiedzi skokowe procesu dla kilku zmian sygnału sterujacego, przy uwzglednieniu ograniczen wartości tego sygnału, jego wartośc na poczatku eksperymentu wynosi 0. Narysować te odpowiedzi na jednym rysunku. Narysować charakterystyke statyczna procesu y(u). Czy własciwości statyczne i dynamiczne procesu sa liniowe?

Odpowiedzi skokowe toru wejście-wyjście zostały wyznaczone symulacyjnie dla pięciu zmian sygnału sterującego.

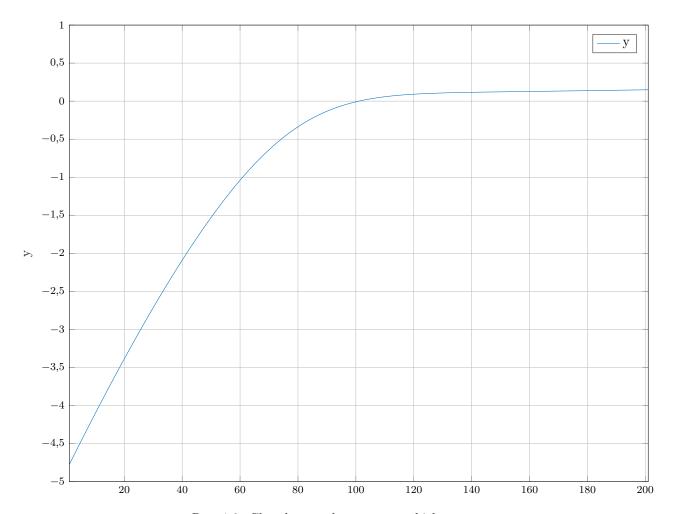
1.2.1. Odpowiedzi skokowe





Rys. 1.2. Odpowiedzi skokowe obiektu

1.2.2. Charakterystyka statyczna



Rys. 1.3. Charakterystyka statyczna obiektu

Na podstawie wykresu charakterystyki statycznej można ustalić, że właściwości statyczne procesu są nieliniowe.

1.3. Program do symulacji algorytmów PID i DMC

1.3.1. Klasyczny algorytm PID

OPIS PID

Inicjacja parametrów

Listing 1.1. "Inicjacja parametrów"

```
addpath ('F:\SerialCommunication'); % add a path
\verb|initSerialControl| COM5| % initialise com port|
% wybór trybu pracy
\% setpoint, steps\emph{U}, steps\emph{Yzad}
action = 'stepsYzad';
% wybór regulatora
% none, PID_linear, DMC_linear, PID_fuzzy, DMC_fuzzy
regulator = 'PID_fuzzy';
% parametry skryptu
kk = 2500;
Tp = 1; % czas z jakim probkuje regulator
T1 = 39.4; % temperatura punktu pracy
G1 = 32; % sterowanie punktu pracy
y = ones(1,kk)*T1; % wektor wyjsc obiektu
yzad = ones(1,kk)*T1; % wektor wartosc zadanych
e = zeros(1,kk); % wektor uchybów regulacji
u = ones(1,kk)*G1; % wektor wejsc (sterowan) obiektu
offset = 400;
umax = 100;
umin = 0;
% inicjalizacja parametrów regulatorów
settings = []; % tablica struktur ustawie? regulatorów
% regulacja z u?yciem regulatora PID linear
```

Obliczanie coś do pid

Pętla główna regulatora

1.3.2. Klasyczny algorytm DMC

Algorytm DMC (Dynamic Matrix Control) algorytm regulacji predykcyjnej. Do predykcji wykorzystuje się model procesu w postaci odpowiedzi skokowych. W algorytmie DMC dynamika obiektu regulacji modelowana jest dyskretnymi odpowiedziami skokowymi,

które opisują reakcję wyjścia na skok jednostkowy sygnału sterującego.

Inicjacja parametrów

Obliczanie macierzy DMC

Pętla główna regulatora

1.4. Dobór parametrów klasycznych regulatorów PID i DMC

Ocena jakości regulacji na podstawie rysunków przebiegów sygnałów polega na ocenie jakościowej, analizowane są takie kryteria jak czas regulacji czy przeregulowanie. Na podstawie tych kryteriów oceny dobierane są nastawy regulatora PID.

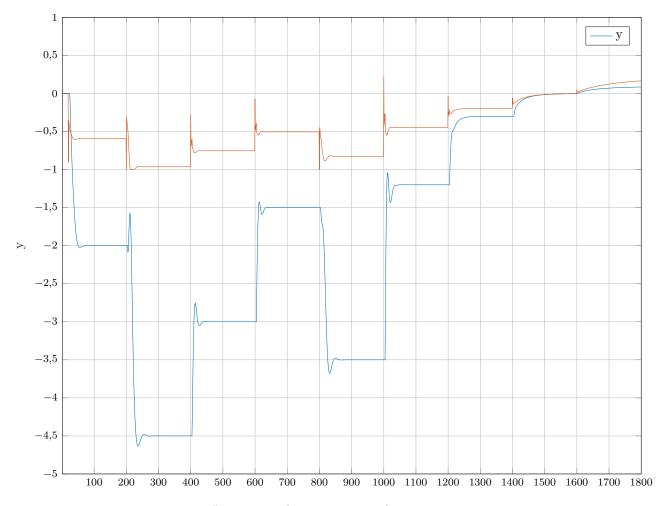
Ocena jakości regulacji ilościowa polega na wyznaczaniu wskaźnika jakości regulacji, którym jest suma kwadratów uchybów, a k_{konc} oznacza ilość kroków symulacji.

$$E = \sum_{k=1}^{k_{konc}} (y_{zad}(k) - y(k))^{2}$$

Ocena jakości regulacji jakościowa jest metodą mniej dokładną od oceny ilościowej, nie występują tam obliczenia a jedynie analiza rysunków przebiegów. Podczas analizy rysunku osoba oceniająca jakość regulacji narażona jest na mało precyzyjne wnioski, gdyż należy wtedy zwracać uwagę na skalę rysunku i wiele innych parametrów. Ocena ilościowa nie bierze pod uwagę takich czynników jak np. oscylacje, jedynym kryterium jest suma kwadratów uchybów. Jeżeli do oceny jakości regulacji wymagane są inne kryteria niż podany wskaźnik jakości należy rozpatrzeć metodę oceny jakościowej.

1.4.1. Klasyczny algorytm PID

Do doboru nastaw algorytmu PID zastosowano metodę inżynierską, która polega na przeprowadzeniu doświadczeń i analizy uzyskanych wyników. Na podstawie wyciągniętych wniosków modyfikowane są nastawy regulatora. Parametry dobierane są metodą prób i błędów, aż do osiągnięcia oczekiwanych wyników. Jako pierwszy dobierany był parametr wzmocnienia członu proporcjonalnego, poprzez obserwację zachowania się uchybu regulacji w stanie ustalonym oraz przeregulowanie. Zmniejszając stopniowo wzmocnienie zmniejszano przeregulowanie, a uchyb zwiększał się. Parametr zwiększając go co likwidowało uchyb regulacji, zbyt duży czas zdwojenia zwiększał czas regulacji. Ostatnim elementem strojenia jest wyznaczenie parametru czasu wyprzedzenia, również metodą prób i błędów, tak by zminimalizować czas regulacji. Po wykonaniu tej czynności kończy się proces strojenia regulatora.



Rys. 1.4. wykres o nazwie zad3.tex

1.4.2. Klasyczny algorytm DMC

Do doboru nastaw algorytm DMC zastosowano metodę inżynierską, która polega na prze-prowadzeniu doświadczeń i analizy uzyskanych wyników. Na podstawie wyciągniętych wniosków modyfikowane są nastawy regulatora. Parametry dobierane są metodą prób i błędów, aż do osiagniecia oczekiwanych wyników.

Horyzont dynamiki D jest to liczba współczynników odpowiedzi skokowej, tzn. liczbę kroków dyskretyzacji, po której można uznać odpowiedź skokową za stabilną równą K_{stat} . Wyznaczona ona została z odpowiedzi skokowej obiektu poprzez wyznaczenie z niej chwili, w której odpowiedź jest stabilna.

Horyzont predykcji N jest to wartość na podstawie, której prognozuje się zachowanie modelu. Zwiększając ten parametr uzyskaliśmy bardzo dobry czas regulacji oraz praktycznie zerowe przesterowanie.

Horyzont sterowania N_u tak jak horyzont predykcji jest parametrem dostrajania regulatora, zależnymi od szybkości dynamiki procesu, możliwości obliczeniowych oraz dokładności modelu, eksperymentalnie dobrano wartość tero parametru.

Ostatnim krokiem w dostrajaniu naszego regulatora było wyznaczenie współczynnika kary lambda, za pomocą którego można zapewnić kompromis pomiędzy szybkością regulacji, a postacią sygnału sterującego. Ponownie był on wyznaczany metodą testowania. Zwiększenie współczynnika kary pogorszyło wynik działania regulatora, został więc on zmniejszony.

1.5. Implementacja rozmytych algorytmów PID i DMC

W tym samym programie zaimplementowac i omówic rozmyty algorytm PID i rozmyty algorytm DMC w najprostszej wersji analitycznej. Uzasadnic wybór zmiennej, na podstawie której dokonywane jest rozmywanie. Uzasadnic wybór i kształt funkcji przynaleznosci.

1.5.1. Funkcja przynależności

1.5.2. Rozmyty algorytm PID

1.5.3. Rozmyty algorytm DMC

1.6. Dobór parametrów lokalnych regulatorów PID i DMC

Dobrac parametry kazdego z lokalnych regulatorów w taki sposób, aby osiagnac mozliwie wysoka jakosc regulacji w okolicach jego punktu pracy (przyjac dla DMC lambda = 1). Wykonac, dla załozonej trajektorii zmian sygnału wartosci zadanej, eksperymenty uwzgledniajac rózna liczbe regulatorów lokalnych $(2, 3, 4, 5, \dots)$. Zamiescic wyniki symulacji.

1.6.1. Rozmyty regulator PID

${\bf 1.6.2.}$ Rozmyty regulator DMC - ustalona lambda

1.7. Dobór parametrów lambda lokalnych regulatorów DMC

Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadanego oraz dla róznej liczby regulatorów lokalnych (2, 3, 4, 5, . . .) spróbowac dobrac parametry lambda dla kazdego z lokalnych regulatorów DMC. Zamiescic wyniki symulacji.