

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

Projektowanie układów sterowania
(projekt grupowy)

Sprawozdanie z projektu i ćwiczenia laboratoryjnego
nr 1, zadanie nr 7

Autorzy:
Grochowina Mauteusz
Winnicki Konrad
Zgorzelski Jan

Warszawa, 19 marca 2019

Spis treści

| | |
|---|---|
| 1. Projekt | 2 |
| 1.1. Sprawdzenie poprawności wartości U_{pp} , Y_{pp} | 2 |
| 1.2. Symulacyjne wyznaczenie odpowiedzi skokowej procesu | 2 |
| 1.3. Przekształcenie otrzymanej odpowiedzi skokowej | 4 |
| 1.4. Cyfrowy algorytm PID i DMC | 4 |
| 1.5. Dobór parametrów algorytmów PID i DMC | 4 |
| 1.5.1. Metoda inżynierska | 4 |
| 1.5.2. Minimalizacja wskaźnika jakości regulacji | 5 |
| 2. Laboratorium | 6 |
| 2.1. Temperatura obiektu w punkcie pracy | 6 |
| 2.2. Wyznaczenie odpowiedzi skokowej procesu | 6 |
| 2.3. Przekształcenie otrzymanej odpowiedzi skokowej | 6 |
| 2.4. Cyfrowy algorytm PID i DMC | 6 |
| 2.5. Dobór parametrów algorytmów PID i DMC | 6 |

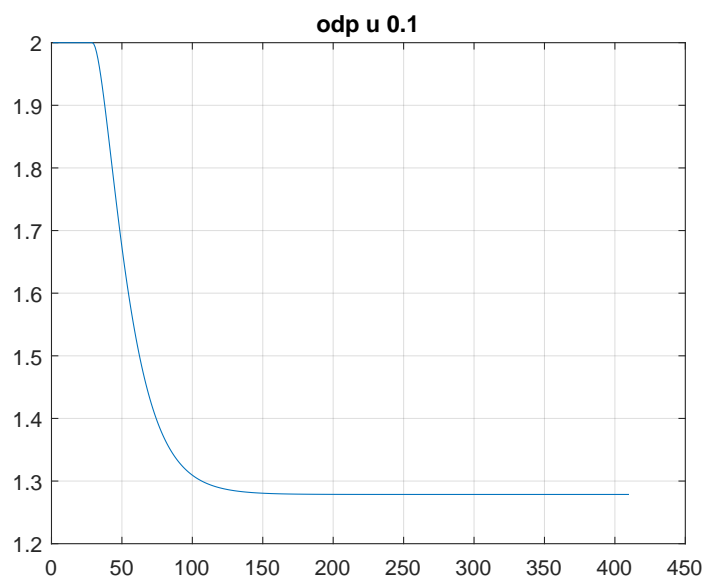
1. Projekt

1.1. Sprawdzenie poprawności wartości U_{pp} , Y_{pp}

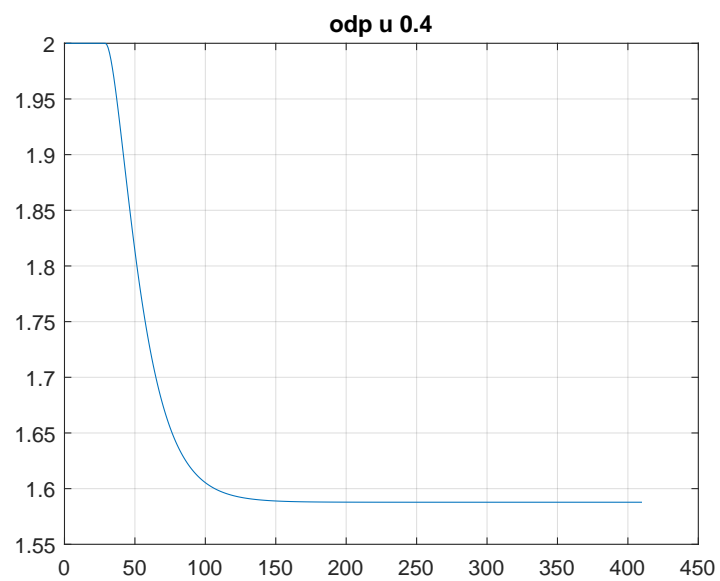
Sprawdź poprawność wartości U_{pp} , Y_{pp} .

1.2. Symulacyjne wyznaczenie odpowiedzi skokowej procesu

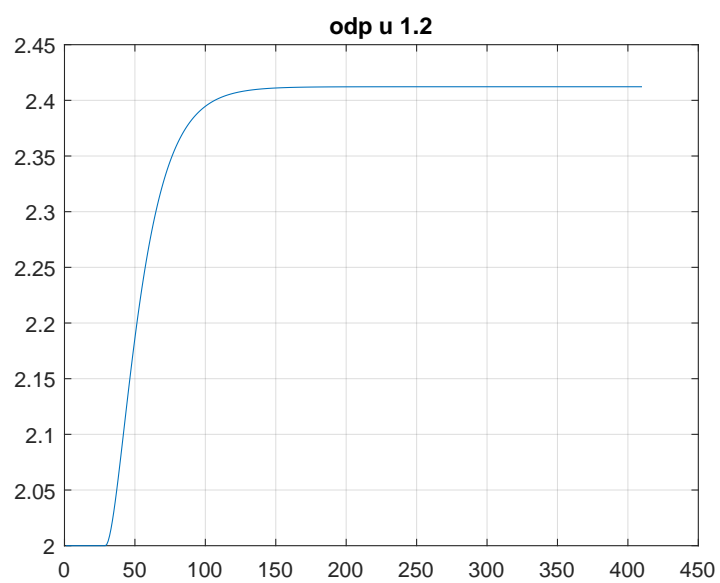
Wyznacz symulacyjnie odpowiedzi skokowe procesu dla kilku zmian sygnału sterującego, przy uwzględnieniu ograniczeń wartości tego sygnału, jego wartości na początku eksperymentu wynosi U_{pp} . Narysuj te odpowiedzi na jednym rysunku. Narysuj charakterystykę statyczną procesu $y(u)$. Czy właściwości statyczne i dynamiczne procesu są (w przybliżeniu) liniowe? Jeżeli tak, określ wzmocnienie statyczne procesu.



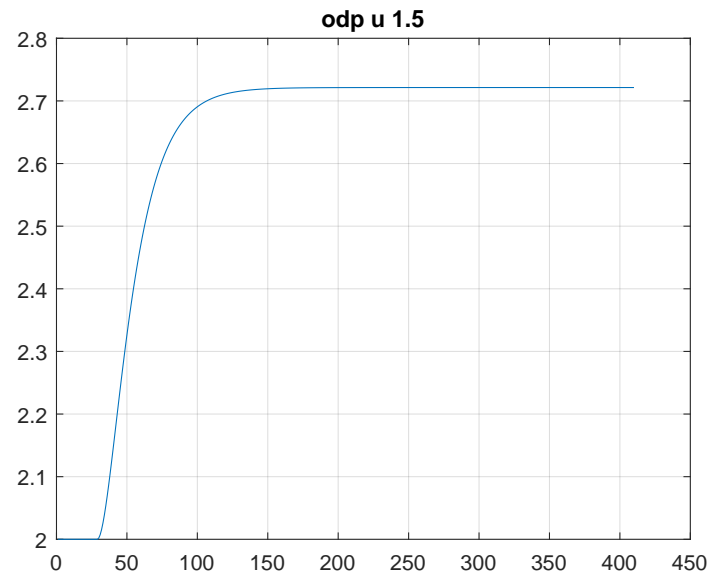
Rys. 1.1. rysunek 1



Rys. 1.2. rysunek 2



Rys. 1.3. rysunek 3



Rys. 1.4. rysunek 4

1.3. Przekształcenie otrzymanej odpowiedzi skokowej

Przekształcić jedną z otrzymanych odpowiedzi w taki sposób, aby otrzymać odpowiedź skokową wykorzystywaną w algorytmie DMC, tzn. zestaw liczb s_1, s_2, \dots (przy skoku jednostkowym sygnału sterującego: od chwili $k = 0$ włącznie sygnał sterujący ma wartość 1, w przeszłości jest zerowy). Zamieścić rysunek odpowiedzi skokowej.

1.4. Cyfrowy algorytm PID i DMC

Napisać i omówić program w języku Matlab do symulacji cyfrowego algorytmu PID oraz algorytmu DMC (w najprostszej wersji analitycznej) dla symulowanego procesu. Istniejące ograniczenia wartości sygnału sterującego oraz ograniczenie szybkości zmian tego sygnału gdzie $4U_{\max} = 0,2$, uwzględnić odpowiednio ograniczając (przycinając) wyznaczony przez regulator sygnał sterujący.

1.5. Dobór parametrów algorytmów PID i DMC

1.5.1. Metoda inżynierska

Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadanego (kilka skoków o różnej amplitudzie) dobrać nastawy regulatora PID i parametry algorytmu DMC metoda eksperymentalna. Jakość regulacji oceniać jakościowo (na podstawie rysunków przebiegów sygnałów) oraz ilościowo, wyznaczając wskaźnik jakości regulacji $E = \sum_{k=1}^{k_{\text{konc}}} X_k$ gdzie k_{konc} oznacza koniec symulacji (zawsze taki sam). Zamieścić wybrane wyniki symulacji (przebiegi sygnałów wejściowych i wyjściowych procesu oraz wartości wskaźnika E).

1.5.2. Minimalizacja wskaźnika jakości regulacji

Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadanego dobrać nastawy regulatora regulacji E. Omówić dobór parametrów optymalizacji. Zamieścić wyniki symulacji dla optymalnych regulatorów.

2. Laboratorium

2.1. Temperatura obiektu w punkcie pracy

Sprawdzić możliwość sterowania i pomiaru w komunikacji ze stanowiskiem - w szczególności sygnałów sterujących W1, G1 oraz pomiaru T1. Określić wartość pomiaru temperatury w punkcie pracy

2.2. Wyznaczenie odpowiedzi skokowej procesu

Wyznaczyć odpowiedzi skokowe procesu dla trzech różnych zmian sygnału sterującego G1 rozpoczynając z punktu pracy. Narysować otrzymane przebiegi na jednym rysunku. Czy właściwości statyczne obiektu można określić jako (w przybliżeniu) liniowe? Jeśli tak wyznaczyć wzmocnienie statyczne procesu?

2.3. Przekształcenie otrzymanej odpowiedzi skokowej

Przekształcić jedną z otrzymanych odpowiedzi w taki sposób, aby otrzymać odpowiedź skokową wykorzystywaną w algorytmie DMC, tzn. zestaw liczb s_1, s_2, \dots (przy skoku jednostkowym sygnału sterującego: od chwili $k = 0$ włącznie sygnał sterujący ma wartość 1, w przeszłości jest zerowy). Zamieścić rysunek odpowiedzi skokowej. Należy wykonać aproksymację odpowiedzi skokowej używając w tym celu członu inercyjnego drugiego rzędu z opóźnieniem (szczegóły w opisie znajdującym się na stronie przedmiotu). W celu doboru parametrów modelu wykorzystać optymalizację. Zamieścić rysunek porównujący odpowiedź skokową oryginalną i wersję aproksymowaną. Uzasadnić wybór parametrów optymalizacji.

2.4. Cyfrowy algorytm PID i DMC

Napisać program w języku Matlab do regulacji cyfrowego algorytmu PID oraz algorytmu DMC (w najprostszej wersji analitycznej) dla procesu stanowiska. Uwzględnić istniejące ograniczenia wartości sygnału sterującego

2.5. Dobór parametrów algorytmów PID i DMC

Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadanego (dwa skoki o różnej amplitudzie) dobrać nastawy regulatora PID i parametry algorytmu DMC metodą eksperymentalną. Omówić wyniki i ewentualne sposoby poprawy jakości regulacji. Jakość regulacji oceniać jakościowo (na podstawie rysunków przebiegów sygnałów) oraz ilościowo, wyznaczając wskaźnik jakości regulacji. Zamieścić wybrane wyniki pomiarów (przebiegi sygnałów wejściowych i wyjściowych procesu oraz wartości wskaźnika E).