

## Projektowanie układów sterowania : laboratorium 4

**Temat: implementacja, weryfikacja poprawności działania i dobór parametrów algorytmów regulacji jednowymiarowego procesu laboratoryjnego o istotnie nieliniowych właściwościach.**

Podstawą oceny za laboratorium jest sporządzone w systemie LaTeX sprawozdanie. Podczas pracy należy korzystać z pakietu MATLAB. Do obsługi stanowiska przygotowane zostały funkcje, które pozwalają na odczyt pomiarów, ustawienie nowego sterowania, oczekiwanie na kolejną iterację (tj. uaktualnienie pomiarów) – opis na stronie przedmiotu. W trakcie zajęć należy wykorzystać wiedzę z projektu 4 w zakresie implementacji regulatorów PID oraz DMC. Użyte w ramach tego laboratorium stanowisko zostało opisane w osobnym dokumencie zamieszczonym na stronie przedmiotu.

Podczas laboratorium badania prowadzone będą dotyczyły procesu o jednym wejściu i jednym wyjściu. W tym celu wykorzystane zostanie stanowisko z następującymi elementami: sterowanie - grzałka G1, pomiar - czujnik temperatury T1, stałe sterowanie wentylator W1. Sygnał sterujący G1 może zmieniać się w zakresie (0-100%), sygnał wyjściowy to pomiar wykonywany przez czujnik temperatury T1 (temperatura w °C), natomiast wentylator W1 należy traktować jako cechę otoczenia – jego użycie pozwala przyspieszyć opadanie temperatury zmierzonej na czujniku T1. Sterowanie W1 musi wynosić 50%. Czas próbkowania jest równy 1s. W czasie trwania laboratorium należy wykonać następujące zadania:

1. Sprawdzić możliwość sterowania i pomiaru w komunikacji ze stanowiskiem - w szczególności sygnałów sterujących W1, G1 oraz pomiaru T1. Określić wartości temperatur w punkcie pracy. (punkt pracy: sterowanie  $G1=25+nr\text{-}zadania$ ,  $W1=50$ ,  $T1=\text{do zmierzania}$ ).
2. Wyznaczyć odpowiedzi skokowe toru wejście-wyjście procesu dla pięciu 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? Jeżeli tak, określić wzmocnienie statyczne procesu.
3. Przekształcić jedną z otrzymanych odpowiedzi skokowych w taki sposób, aby otrzymać odpowiedź skokową wykorzystywaną w algorytmie DMC, tzn. zestaw liczb  $s_m, \dots$ . 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.
4. Napisać program w języku Matlab do regulacji cyfrowego algorytmu PID oraz algorytmu DMC (w najprostszej wersji analitycznej) dla procesu stanowiska. Uwzględnić istniejące ograniczenia wartości sygnałów sterujących  $0 \leq G1(k) \leq 100$ .
5. Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnałów zadanych (6 skoków o różnej amplitudzie, przyjąć możliwie duże zmiany punktu pracy, wynikające z charakterystyki statycznej) 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  $E$ ).
6. W tym samym programie zaimplementować rozmyty algorytm PI lub PID. Dla założonej trajektorii zmian sygnału wartości zadanej spróbować dobrać parametry lokalnych

algorytmów PI (PID) w taki sposób, aby osiągnąć lepszą jakość regulacji w porównaniu z regulatorem klasycznym (pojedynczym). Wykonać eksperymenty dla różnej liczby regulatorów lokalnych (2, 3, 4, 5, ...). Zamieścić wybrane wyniki regulacji.

7. W tym samym programie zaimplementować rozmyty algorytm DMC w najprostszej wersji analitycznej. Dla założonej trajektorii zmian sygnału wartości zadanej wykonać eksperymenty dla różnej liczby regulatorów lokalnych (2, 3, 4, 5, ...). Zamieścić wybrane wyniki eksperymentów.
8. Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadanego oraz dla różnej liczby regulatorów lokalnych (2, 3, 4, 5, ...) spróbować dobrać parametry  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \dots$  lokalnych algorytmów DMC metodą eksperymentalną. Zamieścić wybrane wyniki eksperymentów.

**Przesłać sprawozdanie w pliku pdf oraz spakowane wszystkie pliki źródłowe (Matlab) na adres [pjchaber@gmail.com](mailto:pjchaber@gmail.com) w ciągu dwóch dni (do 23:59) od zakończenia laboratorium. Maksymalna liczba punktów wynosi 10. Za każdy rozpoczęty dzień spóźnienia odejmowane jest 1 pkt.**