

### Projektowanie układów sterowania (projekt grupowy): projekt 4, zadanie 3

Na stronie przedmiotu, w pliku `symulacja_obiektu3y.zip` znajduje się funkcja symulująca działanie procesu. Umożliwia ona wyznaczenie sygnału wyjściowego procesu ( $y$ ) w aktualnej chwili dyskretnej  $k$

$$y(k) = \text{symulacja\_obiektu3y}(u(k-5), u(k-6), y(k-1), y(k-2))$$

w zależności od wartości sygnału wejściowego ( $u$ ) i sygnału wyjściowego w poprzednich chwilach próbkowania. Wartości sygnałów w punkcie pracy (w stanie ustalonym) mają wartość  $u = y = 0$ . Okres próbkowania wynosi 0,5 s. Wartość sygnału sterującego jest ograniczona:  $-1 \leq u \leq 1$ . We wszystkich algorytmach regulacji uwzględnić ograniczenia odpowiednio ograniczając (przycinając) wyznaczony przez regulator sygnał sterujący.

1. Sprawdzić poprawność podanego punktu pracy.
2. Wyznaczyć symulacyjnie odpowiedzi skokowe procesu dla kilku zmian sygnału sterującego, przy uwzględnieniu ograniczeń wartości tego sygnału, jego wartość na początku eksperymentu wynosi 0. Narysować te odpowiedzi na jednym rysunku. Narysować charakterystykę statyczną procesu  $y(u)$ . Czy właściwości statyczne i dynamiczne procesu są liniowe?
3. Napisać program w języku Matlab do symulacji cyfrowego algorytmu PID oraz algorytmu DMC (w najprostszej wersji analitycznej) dla symulowanego procesu.
4. Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnałów zadanych (kilka skoków o różnej wartości, przyjmując możliwie duże zmiany punktu pracy, wynikające z charakterystyki statycznej) dobrać nastawy regulatora PID i parametry algorytmu DMC metodą eksperymentalną. Jakość regulacji oceniać jakościowo (na podstawie rysunków przebiegów sygnałów) oraz ilościowo, wyznaczając wskaźnik jakości regulacji

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

gdzie  $k_{\text{konc}}$  oznacza koniec symulacji (zawsze taki sam). Zamieścić wybrane wyniki symulacji oraz wartości wskaźnika jakości  $E$ .

5. 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 symulacji.
6. 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 symulacji.
7. Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadane go 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 symulacji.

**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 nr 4. Maksymalna liczba punktów wynosi 10. Za każdy rozpoczęty dzień spóźnienia odejmowane jest 1 pkt.**