

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

Na kanale ogólnym przedmiotu (katalog Blok3), w pliku `symulacja_obiektu★y_p3.p` znajduje się funkcja symulująca działanie procesu. Umożliwia ona wyznaczenie sygnału wyjściowego procesu ( $y$ ) w aktualnej chwili dyskretnej  $k$

$$y(k) = \text{symulacja\_obiektu★y\_p3}(u(k-5), u(k-6), y(k-1), y(k-2))$$

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 i omówić program w języku MATLAB do symulacji cyfrowego algorytmu PID oraz algorytmu DMC (w najprostszej wersji analitycznej) dla symulowanego procesu.
4. Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadanego (kilka skoków o różnej wartości, przyjąć możliwie duże zmiany punktu pracy, wynikające z charakterystyki statycznej) dobrać nastawy regulatora PID i parametry algorytmu DMC (dowolną metodą). Omówić metodę doboru nastaw i uzasadnić jej zastosowanie. 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 wyniki symulacji oraz wartości wskaźnika jakości  $E$ .

5. W tym samym programie zaimplementować i omówić rozmyty algorytm PID i rozmyty algorytm DMC w najprostszej wersji analitycznej. Uzasadnić wybór zmiennej, na podstawie której dokonywane jest rozmywanie. Uzasadnić wybór i kształt funkcji przynależności.
6. Dobrać parametry każdego z lokalnych regulatorów w taki sposób, aby osiągnąć możliwie wysoką jakość regulacji w okolicach jego punktu pracy (przyjąć dla DMC  $\lambda = 1$ ). Wykonać, dla założonej trajektorii zmian sygnału wartości zadanej, eksperymenty uwzględniając różną liczbę regulatorów lokalnych (2, 3, 4, 5, ...). Zamieścić wyniki symulacji.
7. Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadanego oraz dla różnej liczby regulatorów lokalnych (2, 3, 4, 5, ...) spróbować dobrać parametry  $\lambda$  dla każdego z lokalnych regulatorów DMC. Zamieścić wyniki symulacji.