

## Projektowanie układów sterowania (projekt grupowy): projekt 1, zadanie 9

Na stronie przedmiotu, w pliku `symulacja_obiektu9Y.zip` znajduje się funkcja symulująca działanie procesu. Umożliwia ona wyznaczenie sygnału wyjściowego procesu ( $Y$ ) w aktualnej chwili dyskretnej  $k$

$$Y(k) = \text{symulacja\_obiektu9Y}(U(k-10), U(k-11), Y(k-1), Y(k-2))$$

w zależności od wartości sygnału wejściowego ( $U$ ) i wyjściowego w poprzednich chwilach próbkowania. Wartości sygnału wejściowego i wyjściowego w punkcie pracy (w stanie ustalonym) mają wartość  $U_{pp} = 1,7$ ,  $Y_{pp} = 2$ , natomiast ograniczenia wartości sygnału sterującego mają wartość  $U^{\min} = 1,4$ ,  $U^{\max} = 2$ . Okres próbkowania wynosi 0,5 s.

1. Sprawdzić poprawność wartości  $U_{pp}$ ,  $Y_{pp}$ .
2. Wyznaczyć symulacyjnie odpowiedzi skokowe procesu dla kilku zmian sygnału sterującego, przy uwzględnieniu ograniczeń wartości tego sygnału, jego wartość na początku eksperymentu wynosi  $U_{pp}$ . Narysować te odpowiedzi na jednym rysunku. Narysować charakterystykę statyczną procesu  $y(u)$ . Czy właściwości statyczne i dynamiczne procesu są (w przybliżeniu) liniowe? Jeżeli tak, określić wzmocnienie statyczne procesu.
3. 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.
4. 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

$$-\Delta U^{\max} \leq \Delta U(k) \leq \Delta U^{\max}$$

gdzie  $\Delta U^{\max} = 0,075$ , uwzględnić odpowiednio ograniczając (przycinając) wyznaczony przez regulator sygnał sterujący.

5. Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadanego (kilka skoków o różnej amplitudzie) 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 (przebiegi sygnałów wejściowych i wyjściowych procesu oraz wartości wskaźnika  $E$ ).

6. Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadanego dobrać nastawy regulatora PID i parametry algorytmu DMC ( $N$ ,  $N_u$ ,  $\lambda$ ) w wyniku optymalizacji wskaźnika jakości regulacji  $E$ . Omówić dobór parametrów optymalizacji. Zamieścić wyniki symulacji dla optymalnych regulatorów.

**Przesłać sprawozdanie w pliku pdf oraz spakowane wszystkie pliki źródłowe (Matlab) na adres [pjchaber@gmail.com](mailto:pjchaber@gmail.com) do dnia określonego w terminarzu przedmiotu. Maksymalna liczba punktów za część projektową wynosi 10. Kara za spóźnienie określona jest na stronie przedmiotu.**