

Projektowanie układów sterowania (projekt grupowy): projekt 1, zadanie 15

Na kanale zespołu, w pliku `symulacja_obiektu15y_p1.p` znajduje się funkcja symulująca działanie procesu. Umożliwia ona wyznaczenie sygnału wyjściowego procesu (Y) w aktualnej chwili dyskretnej k

$$Y(k) = \text{symulacja_obiektu15y_p1}(U(k-10), U(k-11), Y(k-1), Y(k-2))$$

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 $U_{pp} = 1,2$, $Y_{pp} = 2$, natomiast ograniczenia wartości sygnału sterującego mają wartość $U^{\min} = 0,9$, $U^{\max} = 1,5$. 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 $\Delta U^{\max} = 0,25$, 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_{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 , λ) w wyniku optymalizacji wskaźnika jakości regulacji E . Omówić dobór parametrów optymalizacji. Zamieścić wyniki symulacji dla optymalnych regulatorów.