

## Sterowanie procesami – projekt II, zadanie 13

Obiekt regulacji jest opisany transmitancją:

$$G(s) = \frac{K_0 e^{-T_0 s}}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}$$

gdzie  $K_0 = 4,4$ ,  $T_0 = 5$ ,  $T_1 = 1,89$ ,  $T_2 = 5,31$ . Proszę:

1. Wyznaczyć transmitancję dyskretną  $G(z)$ . Należy przy tym zastosować ekstrapolator zero-wego rzędu i przyjąć okres próbkowania  $T_p = 0,5$ s. Porównać odpowiedź skokową i współczynnik wzmocnienia statycznego transmitancji ciągłej i dyskretnej.
2. Na podstawie transmitancji dyskretnej wyznaczyć równanie różnicowe służące do obliczenia wielkości  $y(k)$  na podstawie sygnałów wejściowych i wyjściowych z chwil poprzednich.

$$y(k) = \sum_{i=1}^n b_i y(k-i) + \sum_{i=1}^m c_i u(k-i)$$

3. Dla danego obiektu dobrać ciągły regulator PID metodą Zieglera–Nicholsa ( $K_r = 0,6K_k$ ,  $T_i = 0,5T_k$ ,  $T_d = 0,12T_k$ , gdzie  $K_k$  – wzmocnienie krytyczne,  $T_k$  – okres oscylacji). Wyznaczyć parametry  $r_0, r_1, r_2$  dyskretnego regulatora PID.
4. Napisać program do symulacji cyfrowego algorytmu PID oraz algorytmu DMC w wersji analitycznej, bez ograniczeń. Należy przyjąć stałą trajektorię zadaną dla całego horyzontu predykcji. Model z punktu drugiego proszę wykorzystać do wyznaczenia odpowiedzi skokowej i symulacji obiektu.
5. Dobrać parametry algorytmu DMC testując działanie układu regulacji dla skokowych zmian wartości zadanej, postępując w następujący sposób:
  - a) Na podstawie odpowiedzi skokowej określić horyzont dynamiki  $D$ . Następnie, należy założyć początkową wartości współczynnika  $\lambda$ , np.  $\lambda = 1$  oraz długości horyzontów predykcji i sterowania takie same, jak horyzontu dynamiki ( $N_u = N = D$ ). Jeżeli regulator pracuje nieprawidłowo, proszę wydłużyć horyzont dynamiki.
  - b) Stopniowo skracać horyzont predykcji i wybrać jego docelową długość (przy  $N_u = N$ ).
  - c) Zbadać wpływ horyzontu sterowania na jakość regulacji (np. przyjąć kolejno  $N_u = 1, 2, 3, 4, 5, 10, \dots, N$ ). Wybrać możliwie małą długość horyzontu sterowania.
  - d) Dla ustalonych horyzontów zbadać wpływ współczynnika  $\lambda$  na jakość regulacji i wybrać taką jego wartość, która zapewnia właściwy kompromis między szybkością regulacji a postacją sygnału sterującego.

Skomentować rezultaty uzyskane w każdym podpunkcie i zamieścić wyniki symulacji (co najmniej po jednym rysunku z pięcioma odpowiedziami dla podpunktów b), c) i d)).

6. Przy skokowej zmianie wartości zadanej porównać jakość regulacji cyfrowego algorytmu PID i algorytmu DMC dostrojonego w poprzednim punkcie. Wyznaczyć obszary stabilności obu algorytmów, tzn. krzywą  $K_0/K_0^{nom}$  w funkcji  $T_0/T_0^{nom}$ , przyjmując  $T_0/T_0^{nom} = \{1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2\}$ .

Projekt należy wykonać używając skryptów Matlaba a nie Simulinka. **W sprawozdaniu przejrzystości przedstawić dojście do uzyskanego wyniku (metoda, obliczenia, itp.), prezentację wyniku i wnioski.** Przesłać archiwum plików (**sprawozdanie w pliku PDF oraz spakowane wszystkie pliki źródłowe Matlaba**) na serwer Studia za pośrednictwem modułu "Sprawozdania" do dnia 10.06.2020 (włącznie). Nie wysyłać innych plików, np. graficznych. Maksymalna liczba punktów wynosi 20. Za każdy rozpoczęty dzień spóźnienia odejmowany jest 1 punkt. Zgodnie z nowymi wymogami proszę również o przesłanie oświadczenia.