

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

Na kanale ogólnym przedmiotu (katalog Blok4), w pliku symulacja\_obiektu★y\_p4.zip znajduje się funkcja symulująca działanie procesu o czterech wejściach  $u_1, u_2, u_3, u_4$  i trzech wyjściach  $y_1, y_2, y_3$

```
[y1(k), y2(k), y3(k)] = symulacja_obiektu★y_p4(u1(k-1), u1(k-2), u1(k-3), u1(k-4),  
                                              u2(k-1), u2(k-2), u2(k-3), u2(k-4),  
                                              u3(k-1), u3(k-2), u3(k-3), u3(k-4),  
                                              u4(k-1), u4(k-2), u4(k-3), u4(k-4),  
                                              y1(k-1), y1(k-2), y1(k-3), y1(k-4),  
                                              y2(k-1), y2(k-2), y2(k-3), y2(k-4),  
                                              y3(k-1), y3(k-2), y3(k-3), y3(k-4))
```

W punkcie pracy (w stanie ustalonym)  $u_1 = u_2 = u_3 = u_4 = y_1 = y_2 = y_3 = 0$ . Okres próbkowania wynosi 0,5 s.

1. Sprawdzić poprawność podanego punktu pracy.
2. Wyznaczyć odpowiedzi skokowe 12 torów procesu, tzn. zestaw liczb  $s_1^{m,n}, s_2^{m,n}, \dots$  dla  $m = 1, 2, 3$  i  $n = 1, 2, 3, 4$  (przy pojedynczych skokach jednostkowych odpowiednich sygnałów sterujących: od chwili  $k = 0$  włącznie sygnał wymuszenia ma wartość 1, w przeszłości jest zerowy). Zamieścić rysunki odpowiedzi skokowych wszystkich torów procesu (zastosować taką samą skalę na wszystkich rysunkach).
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 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

$$E = \sum_{k=1}^{k_{\text{konc}}} \sum_{m=1}^3 (y_m^{\text{zad}}(k) - y(k))^2$$

- gdzie  $k_{\text{konc}}$  oznacza koniec symulacji (zawsze taki sam). Zamieścić wybrane wyniki symulacji (przebiegi sygnałów wejściowych i wyjściowych procesu oraz wartości wskaźnika  $E$ ). W przypadku algorytmu PID rozważyć kilka możliwych konfiguracji regulatora, tzn. uchyb  $e_1$  pierwszego wyjścia oddziałuje na pierwszy sygnał sterujący  $u_1$ , uchyb  $e_2$  oddziałuje na  $u_2$ , uchyb  $e_3$  oddziałuje na  $u_3$  itd. Zamieścić wybrane wyniki symulacji.
5. Dla zaproponowanej trajektorii zmian sygnału zadanego dobrać nastawy regulatora PID i parametry algorytmu DMC ( $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ , natomiast horyzonty  $D, N, N_u$  przyjąć stałe) w wyniku optymalizacji wskaźnika jakości regulacji  $E$ . Zamieścić wyniki symulacji.
  6. Zaimplementować również algorytm DMC w wersji klasycznej (tj. wyznaczający trajektorię sterowania na całym horyzoncie sterowania). Sprawdzić, czy na pewno otrzymane wyniki symulacji dla wybranego zestawu parametrów są takie same jak w wersji klasycznej.