

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_{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.