

## Projektowanie układów sterowania : laboratorium 4 (rozszerzone)

**Temat: weryfikacja modeli, implementacja i dobór parametrów algorytmów regulacji oraz wizualizacja złożonego procesu laboratoryjnego.**

Podstawą oceny za laboratorium jest sporządzone w systemie LaTeX sprawozdanie. Podczas pracy należy korzystać z pakietu MATLAB, oprogramowanie GX Works, GX Log Viewer i GT Designer. Do obsługi stanowiska grzejąco-chłodzącego przygotowany został szablon, który pozwala na odczyt pomiarów oraz ustawienie nowego sterowania (założyć należy że podłączenie zostało już skonfigurowane). Do obsługi stanowiska Inteco (3 zbiorniki z wodą) wykorzystane jest analogiczne podejście. Stanowiska symulowane są w postaci instancji Function Block o ukrytych definicjach. Sposób wpływania na oba procesy przedstawiony został w przykładowym projekcie. Oba procesy pracują z różnym okresem próbkowania: 1 s dla stanowiska grzejąco-chłodzącego i 0,1 s dla stanowiska Inteco.

Podczas laboratorium badania prowadzone będą dotyczyły dwóch procesów:

- stanowiska grzejąco-chłodzącego – proces o dwóch wejściach (grzałki G1 i G2), dwóch wyjściach (temperatury T1 i T3), obiekt z założenia jest symetryczny (tj. wpływ G1 na T1 jest taki sam jak wpływ G2 na T3, a wpływ G1 na T3 jest taki sam jak wpływ G2 na T1), na proces nałożone muszą być ograniczenia  $0\% \leq G1 \leq 100\%$ ,  $0\% \leq G2 \leq 100\%$ . **Należy zastosować czas próbkowania równy 1 s. Obiekt ten ma inne wzmocnienie niż obiekt z projektu – proszę nie stosować tych samych macierzy do jego regulacji!**
- stanowiska Inteco – proces o 3 wejściach i 3 wyjściach. Kolejne sygnały sterowania określają poziom otwarcia zaworów między zbiornikami pierwszym i drugim, drugim i trzecim, trzecim i odpływem wyrażone jako wartości o 0 (zamknięty) do 1 (całkowicie otwarty). Kolejne sygnały wyjściowe oznaczają poziom w zbiornikach, kolejno w pierwszym, drugim i trzecim, przyjmują one wartości od 0 (zbiornik pusty) do 20 (zbiornik pełny). Zbiorniki mają kształt zgodny ze zdjęciem widocznym pod [tym linkiem](#). Próba dolania wody do zbiornika pełnego nie powoduje dalszego wzrostu poziomu wody ze względu na jego przelanie (przepełnienie). Zbiornik pierwszy posiada stały dopływ wody o wartości  $5 \text{ cm}^3/\text{s}$ , na który Państwo nie mają wpływu z poziomu regulacji. Wartości niemierzalnych i nieoczekiwanych dopływów/odpływów dla kolejnych zbiorników powinny wynosić 0 (za wyjątkiem zadania 11). **Należy zastosować czas próbkowania równy 0,1 s.** Warto zwrócić uwagę na fakt, iż proces ten jest lekko nieliniowy.

Implementacja algorytmów regulacji **musi** zostać wykonana na sterowniku. Środowisko MATLAB służy wyłącznie do generacji kodu (np. wektorów do regulatora DMC) oraz ewentualnej analizy/obróbki danych z GX Log Viewer. Nie ma bezpośredniego połączenia między MATLAB a PLC. Jedyne sposoby na pozyskanie danych ze sterownika (np. do pozyskania odpowiedzi skokowych) to użycie GX Log Viewer i eksport danych do pliku.

Wykonywanie zadań związanych ze stanowiskiem Inteco (zadania od 6 do 12) może być wykonywane równolegle z pracami ze stanowiskiem grzejąco-chłodzącym (zadania od 1 do 5). Należy jednak zwrócić uwagę, aby ostateczny wynik prac (tj. projekt GX Works i GT Designer) zawierał oba regulatory działające **jednocześnie**, tj. aby nie trzeba było odpalać innego projektu do regulacji/obserwacji na HMI innego procesu.

W czasie trwania laboratorium należy wykonać następujące zadania:

1. Sprawdzić możliwość sterowania i pomiaru w komunikacji ze stanowiskiem – w szczególności sygnałów sterujących G1, G2, oraz pomiaru T1, T3. Określić wartości temperatur w punkcie pracy (punkt pracy: sterowanie  $G1 = 25 + \star$ ,  $G2 = 30 + \star$ , T1 oraz T3 do zmierzenia,  $\star$  oznacza numer zespołu).

2. Zaimplementować na sterowniku mechanizm zabezpieczający przed uszkodzeniem stanowiska – przy przekroczeniu temperatury 250 °C (tj. w wypadku uszkodzenia czujnika) grzałka sąsiadująca z czujnikiem, który zmierzył niebezpieczną temperaturę musi zostać wyłączona.
3. Zaimplementować na sterowniku regulator DMC  $2 \times 2$  w wersji oszczędnej obliczeniowo (analitycznej). Uwzględnić ograniczenia. Należy w tym celu pozyskać stosowną liczbę odpowiedzi skokowych – zamieścić gotowe modele w sprawozdaniu (użyć tej samej skali). Dobrać parametry regulatora DMC uwzględniając przy tym liczbę wykorzystanych rejestrów pamięci, czas obliczeń pojedynczej iteracji algorytmu oraz jakość regulacji – dobór uzasadnić. Zamieścić implementację oraz wykresy w sprawozdaniu.
4. Wyświetlić na panelu operatora wartości mierzone, zadane oraz sterowania. Zaprezentować je w najprostszej formie graficznej. Opisać w sprawozdaniu prezentowaną treść.
5. Zaimplementować automat stanów, na podstawie którego modyfikowane będą wartości zadane (uwzględnić przynajmniej 3 wartości na wyjście). Opisać implementację.
6. Zaimplementować na sterowniku mechanizm zabezpieczający przed uszkodzeniem stanowiska (tj. przepełnieniem zbiorników). Omówić zastosowane podejście.
7. Spróbować wyznaczyć charakterystykę statyczną. Omówić wyniki.
8. Zaimplementować regulator PID (wielopętłowy) do współpracy ze stanowiskiem Inteco. Regulatory dostroić. Omówić proces dobierania nastaw regulatorów. Uwzględnić ograniczenia. Zamieścić wykresy w sprawozdaniu.
9. Używając wbudowanej w sterownik PLC funkcji PID zaimplementować wielopętłowy regulator do współpracy ze stanowiskiem Inteco. Regulatory dostroić, omówić proces dobierania nastaw regulatorów. Uwzględnić ograniczenia. Zamieścić wykresy w sprawozdaniu. Porównać wyniki z wynikami z punktu poprzedniego.
10. Zaimplementować automat stanów, na podstawie którego modyfikowane będą wartości zadane (uwzględnić przynajmniej 3 wartości na wyjście). Wartości zadane powinny być z przedziału 10-15 (choć dla własnej satysfakcji warto sprawdzić działanie regulatora także dla pozostałych wartości). Opisać implementację.
11. Sprawdzić odporność (wybranego) regulatora PID na zakłócenia w postaci niemierzalnych wycieków ze zbiornika (stały ujemny dopływ) lub przecieków do zbiornika (stały dodatni dopływ).
12. Przygotować wizualizację procesu:
  - jego szczegółową reprezentację graficzną,
  - wykres sygnałów wyjściowych, wartości zadanych oraz sterowania,
  - graf przejść automatu stanów.

**Przesłać sprawozdanie w pliku PDF oraz spakowane wszystkie pliki źródłowe (MATLAB) i projektowe (GX Works, GT Designer) na adres [pjchaber@gmail.com](mailto:pjchaber@gmail.com) do dnia określonego w terminarzu przedmiotu. Maksymalna liczba punktów za część laboratoryjną wynosi 20. Kara za spóźnienie określona jest na stronie przedmiotu.**