

## 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 z użyciem protokołu MODBUS RTU. Do obsługi stanowiska Inteco wykorzystane zostanie połączenie analogowe – szczegóły w osobnej instrukcji.

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), przy stałej pracy wentylatorów W1 oraz W2 z połową mocy maksymalnej, 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 4 s.
- stanowiska Inteco – konfiguracja zależna od przypisanego do zespołu stanowiska (wyboru stanowiska dla zespołu dokonuje prowadzący).

Implementacja algorytmów regulacji musi zostać wykonana na sterowniku. Środowisko MATLAB służy wyłącznie do generacji kodu (np. macierzy do regulatora DMC), akwizycji danych oraz ich ewentualnej analizy/obróbki. Komunikacja między sterownikiem a MATLABem jest jednostronna (sterownik wysyła, MATLAB odbiera dane).

Aby rozpocząć wykonywanie zadań związanych ze stanowiskiem Inteco (zadania od 7 do 12) należy zakończyć pracę ze stanowiskiem grzejąco-chłodzącym (zadania od 1 do 6).

W czasie trwania laboratorium należy wykonać następujące zadania:

1. Sprawdzić możliwość sterowania i pomiaru w komunikacji ze stanowiskiem – w szczególności sygnałów sterujących W1, W2, G1, G2, oraz pomiarów T1, T3. Określić wartości temperatur w punkcie pracy (punkt pracy: sterowanie  $G1 = 25 + \star \pmod{5}$ ),  $G2 = 30 + \star \pmod{5}$ ,  $W1 = W2 = 50$ , T1 oraz T3 do zmierzenia,  $\star$  oznacza numer zespołu).
2. Zaimplementować na sterowniku mechanizm zabezpieczający przed uszkodzeniem stanowiska – przy przekroczeniu temperatury  $250^\circ\text{C}$  (tj. w wypadku uszkodzenia czujnika) grzałka sąsiadująca z czujnikiem, który zmierzył niebezpieczną temperaturę musi zostać wyłączona.
3. Zaimplementować na sterowniku regulator PID dwupętlowy oraz dobrać jego nastawy. Implementacja musi być wykonana samodzielnie, tj. nie wolno korzystać z gotowej funkcji PID sterownika. Uwzględnić ograniczenia. Zamieścić implementację oraz wykresy w sprawozdaniu.
4. 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.

5. Wyświetlić na panelu operatora wartości mierzone, zadane oraz sterowania. Zaprezentować je w najprostszej formie graficznej. Opisać w sprawozdaniu prezentowaną treść.
6. Zaimplementować automat stanów, na podstawie którego modyfikowane będą wartości zadane (uwzględnić przynajmniej 3 stany). Opisać implementację.
7. Zaimplementować na sterowniku mechanizm zabezpieczający przed uszkodzeniem stanowiska (np. przepełnieniem zbiorników, zbyt dużym wychyleniem elementów ruchomych). Omówić zastosowane podejście.
8. Spróbować wyznaczyć charakterystykę statyczną. Omówić wyniki.
9. Zaimplementować regulator PID (wielopętlowy jeśli trzeba) do współpracy ze stanowiskiem Inteco. Regulator(y) dostroić. Omówić proces dobierania nastaw regulatorów. Uwzględnić ograniczenia jeśli istnieją. Zamieścić wykresy w sprawozdaniu.
10. Używając wbudowanej w sterownik PLC funkcji PID zaimplementować (wielopętlowy jeśli trzeba) regulator do współpracy ze stanowiskiem Inteco. Regulator(y) dostroić, omówić proces dobierania nastaw regulatorów. Uwzględnić ograniczenia. Zamieścić wykresy w sprawozdaniu. Porównać wyniki z wynikami z punktu poprzedniego.
11. Zaimplementować automat stanów, na podstawie którego modyfikowane będą wartości zadane (uwzględnić przynajmniej 3 stany). Opisać implementację.
12. Przygotować wizualizację procesu:
  - jego szczegółową reprezentację graficzną,
  - wykres sygnałów wyjściowych, wartości zadanych oraz sterowania,
  - graf przejść automatu stanów.