

Automatyka i Robotyka w Medycynie, Laboratorium

Ćwiczenie 8. *Sterowanie z użyciem regulatora PID*

Program ćwiczenia:

1. Pobierz i zapisz w oddzielnym folderze pliki pomocnicze: `program.txt`, `rejestracja.scp`, `skok_wykresy.sce`, `posilek_wykresy.sce`.
2. Przeprowadź konfigurację urządzenia PLC przy pomocy programu *TwinCAT System Manager*. Szczegóły są omówione w dokumentacji do ćwiczenia nr 1. Rozpocznij od utworzenia nowego projektu (*File* → *New*).
3. Załóż nowy projekt w *TwinCAT PLC Control*, wybierając typ platformy sprzętowej odpowiedni dla stanowiska oraz język ST. Kod programu (zarówno deklaracje zmiennych, jak i algorytm) skopiuj z pliku tekstowego `program.txt`.
4. Wprowadź wartości parametrów obiektu regulacji k , T_1 i T_2 , wyznaczone w ćwiczeniu nr 7, do skryptu `skok_wykresy.sce`. Na podstawie tych parametrów wyznacz nastawy regulatora PID i wprowadź je do skryptu oraz do programu PLC. Wykorzystaj zależności:
$$z_1 = \frac{1}{T_1}, z_2 = \frac{1}{T_2}, k_r = \frac{4}{kz_1z_2t_r}, k_p = k_r(z_1 + z_2), k_i = k_rz_1z_2, k_d = k_r, T_i = \frac{k_p}{k_i}, T_d = \frac{k_d}{k_p}$$
Przyjmij czas regulacji z zakresu 20...30 s.
5. Zapisz projekt PLC. Przeprowadź kompilację (*Project* → *Rebuild all*) i upewnij się, że przebiega bez błędów.
6. Przejdź do projektu konfiguracji w *TwinCAT System Manager* i powiąż zmienne programu `inObj`, `outObj`, `outPosObj` z sygnałami modułów we/wy. Poproś prowadzącego o wskazanie adresów właściwych sygnałów.
7. Aktywuj nową konfigurację (*System Manager: Actions* → *Activate Configuration...*) i uruchom program (*PLC Control: Online* → *Choose Run-Time System...*, *Online* → *Login*, *Online* → *Run*).
8. Sprawdź działanie programu i poprawność komunikacji sterownika z obiektem: zweryfikuj, czy modyfikowanie wartości zmiennej `glukozaZadana` wpływa odpowiednio na wartości zmiennej `glukoza`.
9. Otwórz projekt rejestracji przebiegów (`rejestracja.scp`). Ustaw adres sterownika, z którym program ma się połączyć, wybierając opcję: *Scope* [lewy panel] → *dane* [prawy klawisz myszy] → *Set AMS Net ID...* i przepisując adres z dolnego paska statusu programu *TwinCAT System Manager*. Uruchom rejestrację i zweryfikuj, czy przebiegi wyświetlanych sygnałów `glukoza`, `glukozaZadana` i `insulina` odpowiadają wartościom zmiennych z programu PLC.
10. **Ustawienie wartości nominalnej wyjścia obiektu:** Wprowadź do zmiennej `glukozaZadana` wartość nominalną równą 110 i zaczekaj, aż taka wartość ustabilizuje się na wyjściu obiektu (zmienna `glukoza`).

11. **Badanie odpowiedzi na skok wartości zadanej:** Zatrzymaj rejestrację przebiegów i wznów ją ponownie. Po około 15...20 sekundach od wznowienia rejestracji zmniejsz wartość zmiennej `glukozaZadana` do 100 [mg/dL] – zmianę wprowadź odpowiednio wcześniej w *TwinCAT PLC Control* i aktywuj ją (Ctrl+F7) w wymaganym momencie. Obserwuj zmiany wartości sygnałów `insulina` i `glukoza`, czekając około 100 s. Po tym czasie z powrotem zwiększ wartość zmiennej `glukozaZadana` do 110 i ponownie odczekaj około 100 s. Następnie zakończ rejestrację. Takie postępowanie spowoduje zarejestrowanie dwóch odpowiedzi skokowych układu regulacji – na skok wartości zadanej w dół oraz w górę.
12. Zapisz zarejestrowane przebiegi do pliku: *Scope* [lewy panel] → *dane* [prawy klawisz myszy] → *Export as ASCII...* (wprowadź nazwę pliku: `skok.txt`). Otwórz otrzymany plik w edytorze tekstowym i usuń początkowe wiersze, pozostawiając regularne dane numeryczne zawarte w ośmiu kolumnach, zapisz zmiany. Wykonana modyfikacja pozwoli na otwarcie pliku przez Scilab.
13. Otwórz skrypt Scilab'a `skok_wykresy.sce` i ustaw bieżący katalog tego programu tak, aby był lokalizacją pliku `skok.txt`.
14. **Analiza odpowiedzi skokowej:** Uruchom skrypt `skok_wykresy.sce`. Zostaną utworzone wykresy uzyskanych odpowiedzi, oddzielnie dla skoku w dół i w górę. Oprócz sygnałów zarejestrowanych z układu regulacji, będą wyrysowane także odpowiedzi teoretyczne, wygenerowane symulacyjnie. Porównaj te przebiegi i spróbuj wyjaśnić ewentualne rozbieżności.
15. **Badanie odpowiedzi zakłóceniewej:** Wprowadź do zmiennej `glukozaZadana` wartość 100 i poczekaj na ustabilizowanie się układu. Zatrzymaj rejestrację przebiegów i wznów ją ponownie. Po około 15...20 sekundach od wznowienia rejestracji wygeneruj dodatnie zbcze na zmiennej `posilek` (wprowadź do niej wartość `TRUE` i zaraz potem `FALSE`). To działanie rozpocznie procedurę symulacji posiłku, który można interpretować jako zakłócenie w układzie regulacji poziomu glukozy. Obserwuj przebiegi do około połowy czasu rejestracji (200 s), następnie zmień wartość zmiennej `stopPID` na `TRUE` i niezwłocznie wygeneruj ponownie zbcze narastające na zmiennej `posilek`. W ten sposób zarejestrowana zostanie druga odpowiedź zakłóceniewa dla przypadku z wyłączonym regulatorem.
16. Zapisz zarejestrowane przebiegi do pliku o nazwie `posilek.txt` i przygotuj go do otwarcia w Scilab'ie, analogicznie jak poprzednio.
17. **Analiza odpowiedzi zakłóceniewej:** Uruchom skrypt `posilek_wykresy.sce`, który wygeneruje wykresy na podstawie danych z zapisanego pliku. Porównaj przebiegi sygnałów wyjścia procesu regulacji i sterowania dla przypadków z aktywnym oraz wyłączonym regulatorem. Sformułuj wnioski.