## **Podstawy Automatyki i Robotyki, Laboratorium** Ćwiczenie 8. *Sterowanie z użyciem regulatora PID*

## Program ćwiczenia:

- 1. Pobierz i zapisz w oddzielnym folderze pliki pomocnicze: program.txt, rejestracja.zip, skok\_wykresy.sce, posilek\_wykresy.sce.
- 2. 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, uzupełniając skrypt o obliczenia oparte na zależnościach:  $z_1 = \frac{1}{T_2}, z_2 = \frac{1}{T_2}$ ,

 $k_r = \frac{4}{kz_1z_2t_r}, k_p = k_r(z_1 + z_2), k_i = k_rz_1z_2, k_d = k_r, T_i = \frac{k_p}{k_i}, T_d = \frac{k_d}{k_p}.$  Przyjmij czas regulacji z zakresu 20...30 s.

- 3. Utwórz nowy projekt dla urządzenia PLC w programie TwinCAT 3 (*New* → *Projects*... → *TwinCAT Projects* → *TwinCAT XAE Project*), dodaj nowy moduł programu PLC w języku ST (*PLC* → *Add New Item*... → *Standard PLC Project*).
- 4. Kod programu (zarówno deklaracje zmiennych, jak i algorytm) skopiuj z pliku tekstowego program.txt. W miejscach wskazanych przez komentarze uzupełnij w kodzie wartości obliczonych wcześniej nastaw regulatora PID (trzykropki należy zastąpić liczbami). Zapisz projekt. Przeprowadź kompilację (*Build* → *Rebuild Solution*) i upewnij się, że przebiega bez błędów.
- 5. Powiąż zmienne programu inObj, outObj, outPosObj z sygnałami modułów we/wy. Poproś prowadzącego o wskazanie adresów właściwych sygnałów.
- 6. Aktywuj nową konfigurację (ikona *Activate Configuration*) i uruchom program (ikona  $Login \rightarrow$  ikona *Start*).
- 7. Sprawdź działanie programu i poprawność komunikacji sterownika z obiektem: zweryfikuj, czy modyfikowanie wartości zmiennej glukozaZadana wpływa odpowiednio na wartości zmiennej glukoza.
- 8. Rozpakuj archiwum projektu rejestracji przebiegów (rejestracja.zip) i otwórz projekt Rejestracja.sln. Ustaw adres sterownika, z którym program ma się połączyć, za pomocą opcji: YT Scope Project [lewy panel] → Change NetID... Uruchom rejestrację (ikona Record) i zweryfikuj, czy przebiegi wyświetlanych sygnałów glukoza i insulina odpowiadają wartościom zmiennych z programu PLC.
- 9. 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).
- 10. Badanie odpowiedzi na skok wartości zadanej: Zatrzymaj rejestrację przebiegów (ikona Stop Record) 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 kolumnie Prepared value i aktywuj ją (ikona Write values)

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.

- 11. Zapisz zarejestrowane przebiegi do pliku: Scope → Export... → [Choose a format] CSV
  → [Select channels] Next → [Select time period] Next → [Configure...] wszystkie pierwsze opcje Tab / No header / Point, Next → [Selected...] nazwa pliku skok.txt → Create.
- 12. Otwórz skrypt Scilab'a skok\_wykresy.sce i ustaw bieżący katalog tego programu tak, aby był lokalizacją pliku skok.txt.
- 13. 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.
- 14. **Badanie odpowiedzi zakłóceniowej:** Wprowadź do zmiennej glukozaZadana wartość 100 i poczekaj na ustabilizowanie się układu (rejestracja powinna być włączona dla wygodnego podglądu zmian). Zatrzymaj rejestrację przebiegów i wznów ją ponownie. Po około 15...20 sekundach od wznowienia rejestracji wygeneruj dodatnie zbocze 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 (3 min.), następnie zmień wartość zmiennej stopPID na TRUE i niezwłocznie wygeneruj ponownie zbocze narastające na zmiennej posilek. W ten sposób zarejestrowana zostanie druga odpowiedź zakłóceniowa dla przypadku z wyłączonym regulatorem.
- 15. Zapisz zarejestrowane przebiegi do pliku o nazwie posilek.txt, wykorzystując opcję *Export...* analogicznie jak poprzednio (jedynie zmieniona nazwa pliku).
- 16. Analiza odpowiedzi zakłóceniowej: 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.