

Plan laboratorium

"Sterowanie procesami ciągłymi"

Grzegorz Mzyk

1. Wprowadzenie do MATLABa

- deklarowanie zmiennych, wektorów, macierzy
- podstawowe funkcje liniowej algebry numerycznej
- programowanie M-skryptów
- funkcje pakietu Control System Toolbox
- praca w środowisku Simulink

2. Charakterystyki czasowe liniowych członów dynamicznych

- wyznaczenie (symulacja) odpowiedzi impulsowych i skokowych dla wybranych obiektów
- identyfikacja parametrów obiektów na podstawie uzyskanych odpowiedzi
- wpływ położenia biegunów transmitancji na kształt odpowiedzi impulsowej
- pojęcie stabilności

3. Charakterystyki częstotliwościowe liniowych członów dynamicznych

- symulacja odpowiedzi wybranych obiektów na pobudzenie sinusoidalne
- wyznaczenie (symulacja) charakterystyk amplitudowo-fazowych dla wybranych obiektów
- wyznaczenie (symulacja) charakterystyk Bode'go
- pojęcie zapasu amplitudy i zapasu fazy

4. Układy o złożonej strukturze

- wyznaczanie transmitancji zastępczej połączenia szeregowego, równoległego i układu ze sprzężeniem zwrotnym

- rozkład funkcji wymiernej na ułamki proste
- stabilność układów złożonych, metoda linii pierwiastkowych
- wpływ sprzężenia zwrotnego na położenie biegunów transmitancji zastępczej
- konwersje opisów systemu liniowego

5. Układ automatycznej regulacji, regulatory liniowe typu P, PI, PD oraz PID

- charakterystyki skokowe rzeczywistych regulatorów P, PI, PD, PID
- porównanie regulatorów P z PI, P z PD, wady i zalety
- niebezpieczeństwa związane z zastosowaniem złego regulatora

6. Ustawianie regulatorów PID za pomocą reguł Zieglera-Nicholsa

- kryteria oceny jakości regulacji
- pierwsza i druga metoda Zieglera-Nicholsa

7. Transforacja Z

- symulacja odpowiedzi wybranych obiektów na impuls dyskretny
- stabilność obiektów dyskretnych

8. Dyskretne układy regulacji procesami ciągłymi

- pojęcie impulsatora i ekstrapolatora
- dyskretyzacja procesu z czasem ciągłym (wyznaczenie dla obiektu z czasem ciągłym równoważnego opisu dyskretnego przy danym okresie próbkowania)

9. Układy wielowymiarowe, identyfikacja i sterowanie

- symulacja układu o wielu wejściach i wielu wyjściach (MIMO)
- identyfikacja parametrów

10. Sterowanie wielopoziomowe (hierarchiczne)

- sterowanie 2-poziomowe z warstwą optymalizacji, pojęcie nadążności układu sterowania, przykładowe symulacje
- symulacja układów regulacji dla różnych sygnałów zadających (wiolomianowe, cykliczne - np. sinusoidalne, itp.)

11. Sterowanie adaptacyjne i odporne

- bezpośrednia i pośrednia regulacja adaptacyjna, identyfikacja
- obiekty minimalnofazowe i nieminimalnofazowe metoda najmniejszych kwadratów (wersja rekurencyjna)
- odporne układy regulacji, struktura typu MFC

12. Regulatory nieliniowe

- symulacja układów z regulatorami dwupołożeniowymi i trójpołożeniowymi z histerezą i bez histerezy
- metoda funkcji opisującej

13. Regulatory rozmyte

- regulatory oparte o logikę rozmytą (funkcja przynależności)
- porównanie regulatora rozmytego z klasycznym regulatorem PID
- sztuczna sieć neuronowa, uczenie

14. Identyfikacja i sterowanie w obecności zakłóceń przypadkowych¹

- generacja liczb pseudolosowych
- przejście procesu losowego przez liniowy obiekt dynamiczny
- estymacja parametrów obiektu w obecności zakłóceń

15. Poprawki, podsumowanie, zaliczenia

References

- [1] Amborski K., Marusak A., *Teoria sterowania w ćwiczeniach*, PWN, Warszawa, 1978.
- [2] Brzózka J., *Regulatory i układy automatyki*, Mikom, Warszawa, 2004.
- [3] Findeisen W., *Wielopoziomowe układy sterowania*, PWN, Warszawa, 1974.
- [4] Greblicki W., *Podstawy automatyki*, Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław, 2006.
- [5] Horla D., *Sterowanie adaptacyjne. Ćwiczenia laboratoryjne*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2008.
- [6] Kaczorek T., *Teoria wielowymiarowych układów dynamicznych liniowych*, WNT, Warszawa, 1983.

¹ćwiczenie nadobowiązkowe (termin rezerwowo)

- [7] Kaczorek T., *Teoria sterowania i systemów*, T. 1, PWN, Warszawa, 1999.
- [8] Kulikowski R., *Sterowanie w wielkich systemach*, WNT, Warszawa, 1970.
- [9] Lysakowska B., Mzyk G., *Komputerowa symulacja układów automatycznej regulacji w środowisku Matlab/Simulink*, Ofic. Wyd. Pol. Wroc., 2005.
- [10] Niederliński A., Mościński J., Ogonowski Z., *Regulacja adaptacyjna*, PWN, Warszawa, 1995.
- [11] Ogata K., *Metody przestrzeni stanów w teorii sterowania*; WNT, Warszawa, 1974.
- [12] Pełczewski W., *Teoria sterowania. Ciągłe stacjonarne układy liniowe*, WNT, Warszawa, 1980.
- [13] Skoczowski S., Osypiuk R., Pietruszewicz K., *Odporna regulacja PID o dwóch stopniach swobody*, Mikom, Warszawa, 2006.
- [14] Tatjewski P., *Sterowanie zaawansowane obiektów przemysłowych*, Wyd. Exit, Warszawa, 2002.
- [15] Zalewski A., Cegięła R., *Matlab – obliczenia numeryczne i ich zastosowania*, Wyd. Nakom, Poznań, 1997.