

#00

**Sterowanie procesami ciągłymi**  
dr inż. Grzegorz Mzyk

# Plan wykładu

Sterowanie procesami ciągłymi - lista zagadnień

Równania stanu

Macierze transmitancji

Sterowalność i obserwowalność

Macierze podobne

Opisy (postacie) kanoniczne

Sprzężenie zwrotne od wyjścia i od stanu

Zadanie przesuwania (lokowania) biegunów

Sterowanie optymalne

Optymalizacja statyczna i dynamiczna

Pojęcie funkcjonału, przestrzeni funkcyjnej, otoczenia

Typowe kryteria kosztów sterowania

Elementy rachunku wariacyjnego

Równanie Eulera-Lagrange'a

Metoda mnożników Lagrange'a

Zasada maksimum Pontryagina, funkcja Hamiltona

Zasada Bellmana

Równanie Hamiltona-Jacobiego-Bellmana

Programowanie dynamiczne

Regulator liniowo-kwadratowy (LQR)

Sterowanie predykcyjne (MPC)

Heurystyczne metody optymalizacji (symulowane wyżarzanie, algorytmy genetyczne)

Podstawy teorii decyzji w warunkach losowych

Pojęcie funkcji strat i ryzyka

Regulacja PID

Strojenie regulatorów, I i II metoda Zieglera-Nicolsa

Metoda funkcji opisującej

Nadażność układów regulacji

Sterowanie dyskretne procesami z czasem ciągłym

Dyskretyzacja, pojęcie impulsatora i ekstrapolatora

## Regulacja adaptacyjna

Metoda zmiennej wiodącej, metoda pośrednia i bezpośrednia

Identyfikacja obiektów metodą najmniejszych kwadratów

Problemy skorelowania, metoda zmiennych instrumentalnych

Rekurencyjna wersja algorytmu NK

Ważone NK

Śledzenie parametrów obiektów niestacjonarnych

Zapominanie wykładnicze i radykale, strojenie wag, minimalizacja błędu

MSE

Estymacja stanu, filtr Kalmana

Rozszerzony filtr Kalmana

Metody dekompozycji macierzy stosowane w automatyce (rozkład spektralny, LU, Cholesky'ego, QR, Hausholdera, SVD)

Systemy złożone i ich identyfikowalność

Sterowanie metodą bezpośrednią i wielopoziomową

Optymalizacja wielopoziomowa

Dekompozycja i koordynacja

Metody koordynacji (kar i cen)

Przykład obiektu dynamicznego pracującego w systemie złożonym  
(reaktor chemiczny)

Sterowanie odporne (struktury typu MFC)

Sterowanie rozmyte

Funkcje przynależności i operatory logiczne

Wyostrzanie

Nieliniowa regulacja PD z zastosowaniem tablic sterowań (lookup tables)

Modelowanie charakterystyk nieliniowych (metoda jądrowa i ortogonalna)

Równość Parsevala

Układy ortogonalne funkcji

Systemy nieliniowe

Funkcja regresji

Systemy Hammersteina i Wienera

## Literatura

- [1] Amborski K., Marusak A., *Teoria sterowania w ćwiczeniach*, PWN, Warszawa, 1978.
- [2] Findeisen W., *Wielopoziomowe układy sterowania*, PWN, Warszawa, 1974.
- [3] Greblicki W., *Podstawy automatyki*, Ofic. Wyd. Pol. Wroc., 2006.
- [4] Kaczorek T., *Teoria wielowymiarowych układów dynamicznych liniowych*, WNT, Warszawa, 1983.
- [5] Kaczorek T., *Teoria sterowania i systemów*, T. 1, PWN, Warszawa, 1999.
- [6] Kulikowski R., *Sterowanie w wielkich systemach*, WNT, Warszawa, 1970.
- [7] Łysakowska B., Mzyk G., *Komputerowa symulacja układów automatycznej regulacji w środowisku Matlab/Simulink*, Ofic. Wyd. Pol. Wroc., 2005.
- [8] Ogata K., *Metody przestrzeni stanów w teorii sterowania*; WNT, Warszawa, 1974.

- [9] Pełczewski W., *Teoria sterowania. Ciągłe stacjonarne układy liniowe*, WNT, Warszawa, 1980.
- [10] Tatjewski P., *Sterowanie zaawansowane obiektów przemysłowych*, Wyd. Exit, Warszawa, 2002.
- [11] Zalewski A., Cegiela R., *Matlab – obliczenia numeryczne i ich zastosowania*, Wyd. Nakom, Poznań, 1997.