

Koncepcja sterowania odpornego w nowoczesnej technice

Streszczenie. Sterowanie odporne, jako osobna gałąź rozwijana przez inżynierów w środowiskach akademickich i przemysłowych, ma swoje źródło w latach 70-tych XX wieku. Jest odpowiedzią na problem sterowania obiektami w warunkach zmiennych, które dotyczą zarówno środowiska, układów wykonawczych, jak i samych maszyn, będących np. elementem odpowiadającym za napędzanie obiektu. Metodyka tego typu opiera się na syntezie układu sterowania odpowiednich właściwościach, pozwalających obiektowi na zachowanie satysfakcjonujące dla projektanta i użytkownika bez zmiany parametrów regulatora w czasie jego pracy. Artykuł zawiera podstawowy opis zagadnienia sterowania odpornego oraz problemu sterowania manipulatorem przemysłowym. Z uwagi na uniwersalność zagadnienia sterowania odpornego i jego zastosowań, zaprezentowane rozwiązania mogą znaleźć zastosowanie także w układach elektrycznych.

Słowa kluczowe: sterowanie odporne, manipulatory przemysłowe.

Problem zmiennych parametrów pracy sterowanego obiektu

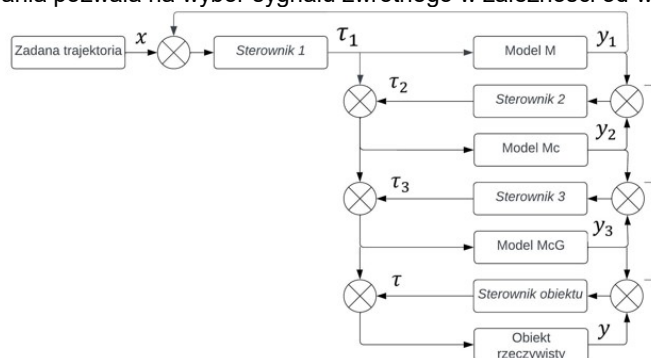
Klasyczne metody teorii sterowania gwarantują stabilność układów, których modele wykazują się wieloma ograniczeniami tj.: liniowość i stacjonarność. W modelu obiektu tego typu żaden z parametrów nie zmienia się ani pod wpływem czasu, ani pod wpływem zmian wartości zmiennych stanu. Dzięki narzędziom takim jak: analiza w dziedzinie operatorowej możliwym jest zaprojektowanie układu sterowania przy użyciu metod analitycznych. Znalezienie tego typu rozwiązań jest jednak niemożliwe w pracy z obiektem wykazującym silną nieliniowość, niestacjonarność lub zmienność parametrów tj. manipulator przemysłowy. Wykazuje on nieliniowości wynikające ze zmiennych wartości położenia, prędkości oraz podnoszonego ciężaru. Niemożliwym do pominięcia jest także wpływ zakłóceń. Z uwagi na ich silny udział w zmienności zachowania urządzenia nie sposób ich pominąć, wykorzystując np. linearyzację w pobliżu punktu równowagi.

Sterowanie odporne manipulatorem przemysłowym 2-DOF

Pomocne w tego typu problemach okazują się metody sterowania odpornego. Polegają one na syntezie systemu sterowania, opierającego się na

- 1) kompensacji nieliniowości, niestacjonarności i zakłóceń, dzięki szeregowi regulatorów w pętli sterowania,
- 2) symulacji działania obiektu i wyboru jednej z dostępnych strategii, gwarantującej zachowanie mieszczące się w ramach dozwolonego przedziału niedokładności.

Łącząc obydwie metody uzyskać można efektywne własności układu sterowania. Do pierwszego typu zalicza się np. sterowanie przy użyciu śledzenia modelu (MFC z ang. *Model Following Control*). Polega ono na wytworzeniu układu sterowania symulującego zachowanie kaskady coraz bardziej skomplikowanych modeli manipulatora przemysłowego. W ramach drugiego, każdy z regulatorów w kaskadzie strojony jest przy użyciu algorytmu optymalizacji wielokryterialnej – gdzie z jednej strony o jakości sterowania decyduje zdolność obiektu do śledzenia sygnału zadanego (IAE_m), a z drugiej – jak najmniejsze obciążenie układu napędowego (TW). Z otrzymanego frontu Pareto wybierane są wartości nastaw, satysfakcjonujące konstruktora. Regulator MFC może kontrolować zachowanie robota korzystając z informacji o jego położeniu lub prędkości. Różnorodność konstrukcji układu sterowania pozwala na wybór sygnału zwrotnego w zależności od właściwości obiektu.



Rys. 1. Topologia układu sterowania MFC

Literatura

1. Zhou, K., Doyle, John C., Essentials Of Robust Control, Patience Hall, 2006
2. Skoczowski, S., Osypiuk, R. i Pietrusewicz, K., Odporna regulacja PID o dwóch stopniach swobody, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2006.
3. Deb, K., *Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms*. Chichester, England: John Wiley & Sons, 2001.

Autor: mgr inż. Jan Wyrwicz, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Sikorskiego 37, 70-313 Szczecin, e-mail: jan.wyrwicz@zut.edu.pl