

Rozmyte algorytmy sterowania procesami przemysłowymi



Politechnika Gdańska



Wydział Elektroniki, Telekomunikacji
i Informatyki



Katedra Systemów Decyzyjnych

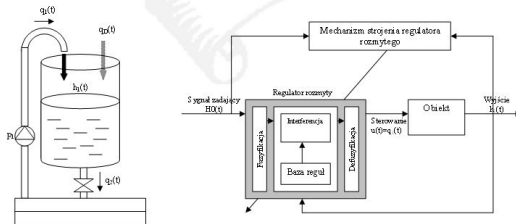
Dyplomant: mgr inż. Michał Duzinkiewicz
Promotor: prof. dr hab. inż. Zdzisław Kowalczuk

Cel pracy:

Celem pracy było opracowanie oraz implementacja układu regulacji automatycznej poziomu cieczy w prostym zbiorniku. Zaprojektowany system miał za zadanie wygenerowanie regulatora rozmytego o przyjętej strukturze zdolnego do sterowania przyjętym modelem matematycznym obiektu. Ponadto system sterowania powinien być posiadać zdolność adaptacji w celu spełnienia wszystkich przyjętych wskaźników jakościowych dotyczących procesu regulacji.

Etapy pracy:

- Opracowanie modelu matematycznego obiektu
- Opracowanie systemu sterowania:
 - Określenie celu sterowania
 - Określenie wskaźników jakościowych
 - Opracowanie architektury systemu sterowania
 - Wybór struktury regulatora rozmytego
 - Wybór algorytmów adaptacji regulatora
- Implementacja systemu sterowania
- Wykonanie badań dotyczących jakości zaprojektowanego systemu.



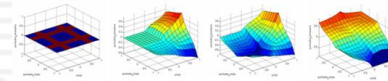
Schemat obiektu oraz zaprojektowanego systemu sterowania

Algorytmy adaptacji:

Sterowanie rozmyte poziomem cieczy oparte było na zbiorze modyfikowalnych reguł określających zachowanie zaworu dopływowego. Zaprojektowany system w sposób automatyczny określał ilość potrzebnych do sterowania reguł oraz dostrajał ich parametry reguł w celu spełnienia przyjętych wskaźników jakościowych procesu.

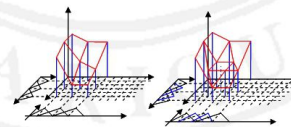
Do realizacji postawionego zadania w systemie zaimplementowano dwa algorytmy adaptacji:

- Algorytm FMRLC – Fuzzy Model Reference Learning Control. Zadaniem algorytmu było strojenie reguł rozmytych odpowiedzialnych za poprawne sterowanie obiektem.

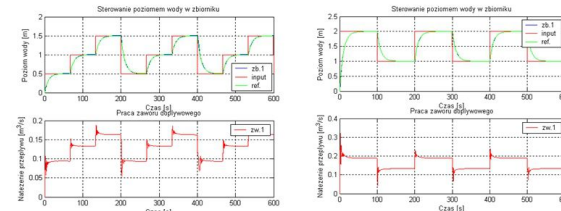


Proces strojenia powierzchni regulatora w czasie algorytmu FMRLC

- Algorytm rozszczepiania reguł rozmytych. Działanie algorytmu polegało na rozbijaniu odpowiednio wybranych reguł regulatora na szereg podreguł, zwiększając tym samym zdolność adaptacji układu.



Idea rozszczepiania reguł na powierzchni regulatora przez algorytm

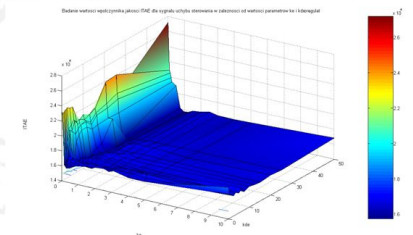


Przykładowe symulacje działania układu

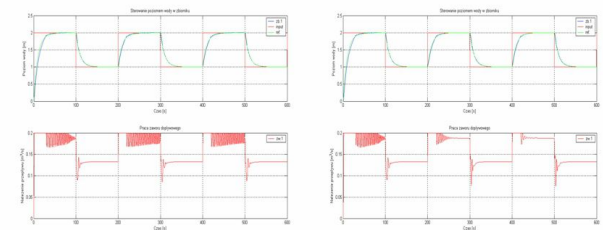
Właściwości systemu:

Właściwości zaprojektowanego w ramach pracy systemu sterowania zostały zbadane przy pomocy licznych symulacji układu. Przedmiotem tych badań było zachowanie się układu dla różnych wartości parametrów regulatora oraz mechanizmu adaptacji określone przez całkowite wskaźniki jakościowe ISE, IAE i ITAE. Uzyskane wyniki potwierdziły wysoką jakość pracy systemu w bardzo szerokim przedziale dobieranych parametrów.

Wykonane badania pozwoliły również na przeprowadzenie studium nad różnymi niekorzystnymi zjawiskami występującymi w układzie oraz sposobami ich skutecznej eliminacji.



Przykładowy wykres powierzchni trójwymiarowej współczynnika ITAE uzyskany podczas symulacji układu dla różnych nastaw regulatora rozmytego



Eliminacja zjawiska drgań zaworu dopływowego przy pomocy algorytmu rozszczepiania reguł